MAX

1|2 A

NOVA

MAVO|HAVO

NaSk



NAAM EN KLAS:

MALMBERG



1|2 MAVO|HAVO Deel A

NaSk

Auteurs
R. Cremers
P. van Hoeflaken
F. Kan
M. Kelder
L. Lenders
P. Oosterlaak
C. Schatorjé
T. Seynaeve
R. Tromp

Eindredactie
S. Michon

MAX Release 2021

www.malmberg.nl/nova-natuurkunde
Malmberg, 's-Hertogenbosch

Aan de slag met Nova

Waarom Nova?

Natuur- en scheikunde gaat over de wereld om je heen. Met Nova heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken!


HOOFDSTUK 2 STOFFEN

1 Stoffen in huis

LEERDOELEN

2.1.1 Je kunt vier stofeigenschappen benoemen die gebruikt worden om stoffen te herkennen.
2.1.2 Je kunt stoffen herkennen aan hun stofeigenschappen.
2.1.3 Je kunt uitleggen in welke gevallen een stof gevaarlijk kan zijn.
2.1.4 Je kunt de betekenis van gevarensymbolen beschrijven.
EXTRA 2.1.5 Je kunt het verschil uitleggen tussen H- en P-zinnen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4	2.1.5
Onthouden	1ab	2abcd			
Begrijpen		4abcd	3a	3b	8abc
Toepassen		5b, 6ab	7abc		9abcd
Analyseren		5a			

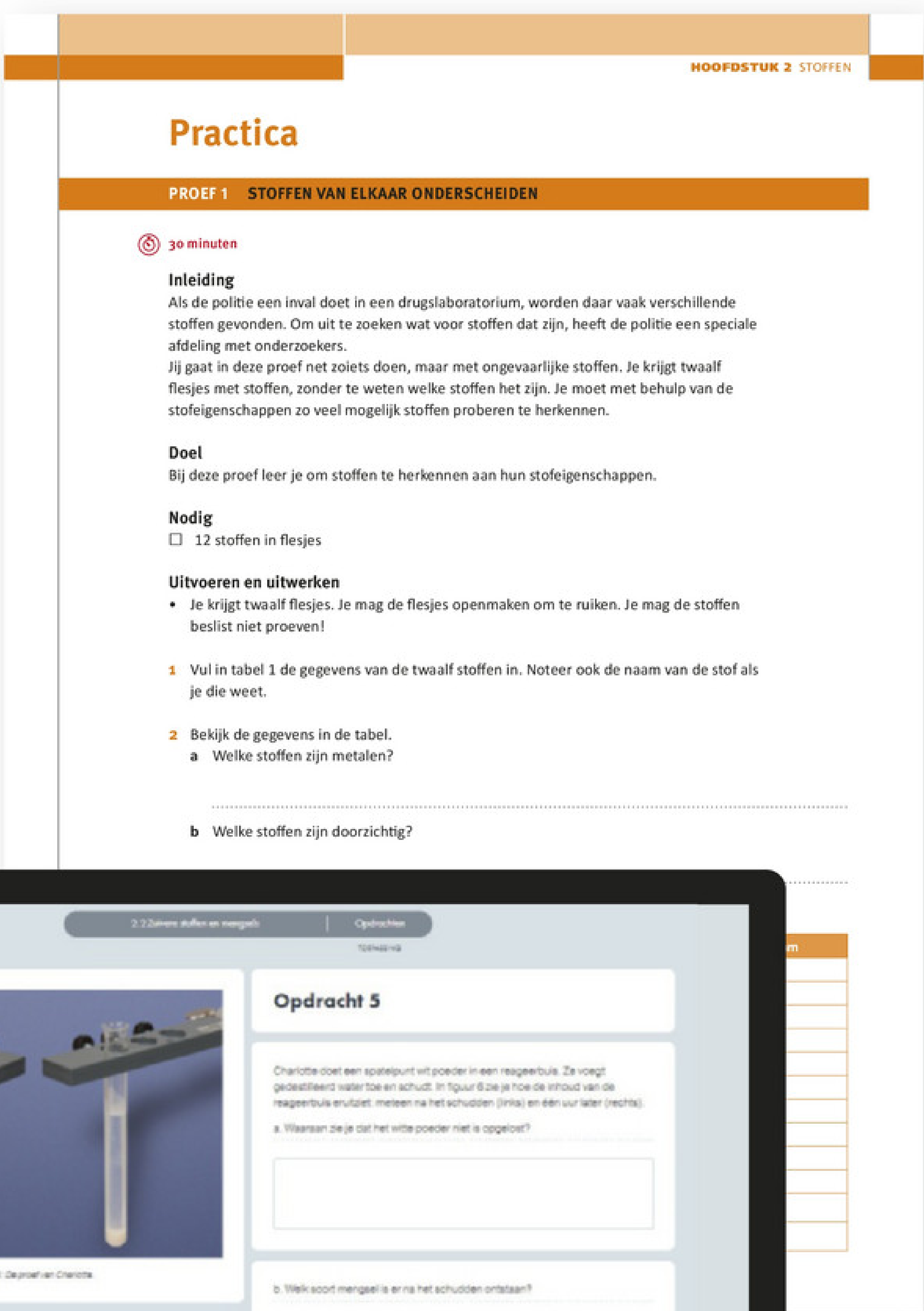
Overal in huis vind je flessen, potjes en blikken met stoffen. Kijk maar eens rond in de keuken, de badkamer, de garage, het medicijnkastje enzovoort. Je komt er stoffen tegen zoals keukenzout, suiker, azijn, spiritus, tandpasta, wasbenzine, motorolie, paracetamol, afwasmiddel enzovoort (figuur 1).

STOFFEN HERKENNEN

Sommige stoffen in huis lijken veel op elkaar. Je ziet dan niet meteen met welke stof je te maken hebt. Wasbenzine, water en alcohol zien er bijvoorbeeld precies hetzelfde uit. Het zijn alle drie heldere, kleurloze vloeistoffen.

figuur 1 Enkele stoffen die je thuis kunt tegenkomen.

Soms helpt het om aan de stoffen te ruiken. Veel stoffen hebben een kenmerkende geur waaraan je ze meteen herkent. Denk aan de geur van benzine of de geur van het chloorgas dat je in een zwembad ruikt.


HOOFDSTUK 2 STOFFEN

Practica

PROEF 1 STOFFEN VAN ELKAAR ONDERSCHEIDEN

30 minuten

Inleiding

Als de politie een inval doet in een drugslaboratorium, worden daar vaak verschillende stoffen gevonden. Om uit te zoeken wat voor stoffen dat zijn, heeft de politie een speciale afdeling met onderzoekers.
Jij gaat in deze proef net zoiets doen, maar met ongevaarlijke stoffen. Je krijgt twaalf flesjes met stoffen, zonder te weten welke stoffen het zijn. Je moet met behulp van de stofeigenschappen zo veel mogelijk stoffen proberen te herkennen.

Doel

Bij deze proef leer je om stoffen te herkennen aan hun stofeigenschappen.

Nodig

☐ 12 stoffen in flesjes

Uitvoeren en uitwerken

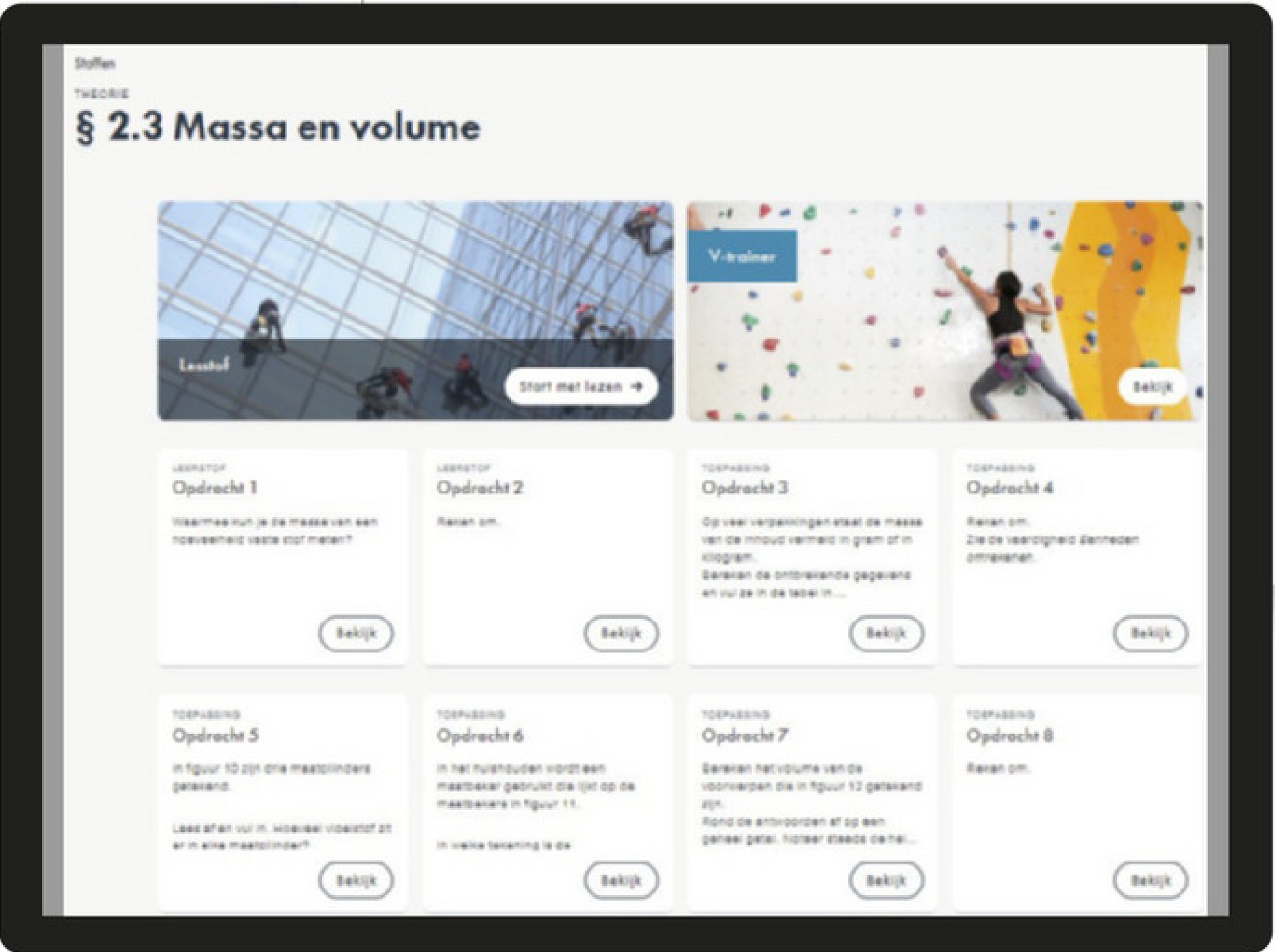
- Je krijgt twaalf flesjes. Je mag de flesjes openmaken om te ruiken. Je mag de stoffen beslist niet proeven!

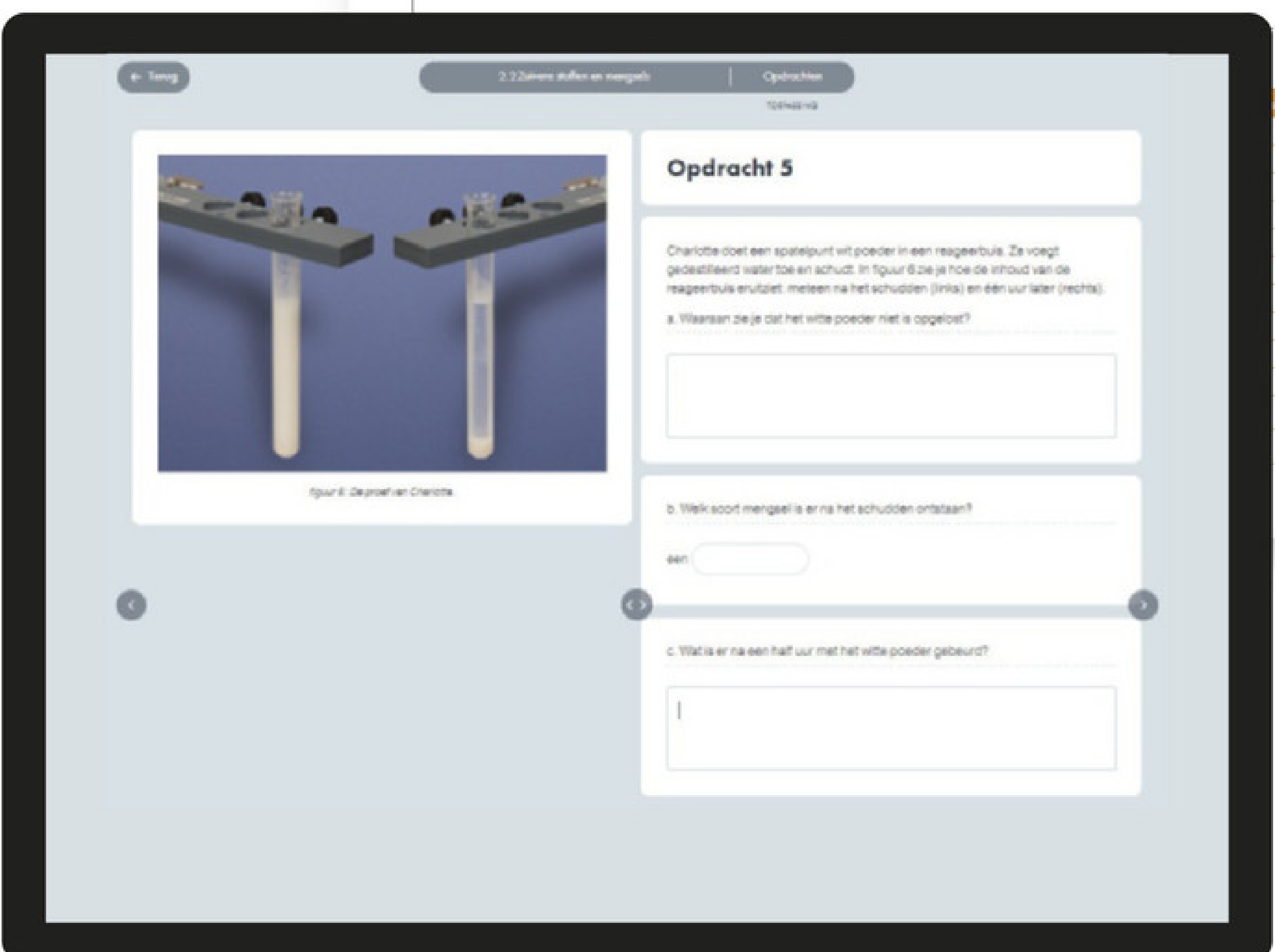
1 Vul in tabel 1 de gegevens van de twaalf stoffen in. Noteer ook de naam van de stof als je die weet.

2 Bekijk de gegevens in de tabel.
  a Welke stoffen zijn metalen?

  ....

  b Welke stoffen zijn doorzichtig?





Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je docent kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek. Elk hoofdstuk is verdeeld in theorieparagrafen, practica, een praktijkartikel en een leerstofoverzicht. Aan het begin van elke paragraaf is met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren. Aan het einde van elke paragraaf staat extra stof. In het onderdeel practica ga je met proeven aan de slag en leer je onderzoeken. Aan het einde van elk hoofdstuk staat een praktijkartikel, waarin een deel van de lesstof in een situatie uit het dagelijks leven of de wetenschap wordt besproken. In de afsluiting vind je de onderdelen Onthoud en Begrippen.

Voordelen van online

- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties.
- Je oefent belangrijke vaardigheden met de *Vaardigheidstrainer*.
- Je leert de begrippen met de *Flitskaarten*.
- Je meet of je de stof beheerst met de *Test jezelf*, *Oefentoets* of *Diagnostische toets*.
- Je kunt op een hoger of lager niveau en leerjaar werken.
- Je docent volgt hoe je het doet.

Vaardigheden

Aan het eind van elk boek vind je het onderdeel Vaardigheden, waarin de belangrijkste vaardigheden om onderzoek te doen worden uitgelegd. Enkele belangrijke vaardigheden kun je online oefenen met de Vaardigheidstrainer.

Goede voorbereiding op de toets!

In het boek vind je in de afsluiting van elk hoofdstuk de onderdelen Onthoud en Begrippen die je helpen bij de voorbereiding op de toets.
Elk hoofdstuk wordt in de online paragraaf Afsluiting afgesloten met een *Samenvattende opdracht*. Hier vind je ook *Flitskaarten* voor het leren van alle begrippen en er is een *Diagnostische toets*. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan de *Test jezelf* of *Oefentoets*.

Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

Betekenis symbolen

 ga naar de online leeromgeving voor handige extra's

PROEF 1 er is een practicum bij deze lesstof

 gebruik de vaardigheid bij deze opdracht

 met dit practicum ben je zo lang bezig

 deze opdracht biedt extra uitdaging

Inhoud Deel A

Inhoud Deel B

1 Natuurwetenschappen

ONTDEKKEN EN ONDERZOEKEN

Natuurkundigen en scheikundigen hebben allerlei ontdekkingen gedaan door onderzoek uit te voeren. Om een onderzoek uit te voeren moet je kunnen meten met meetinstrumenten. Zonder de ontdekkingen en onderzoeken van natuurkundigen en scheikundigen zouden we geen telefoons, medicijnen en ledlampen hebben.


Practicum
Het omzetten van
zonne-energie in

1 Een nieuw vak

LEERDOELEN

1.1.1 Je kunt beschrijven waar natuurwetenschappen over gaan.
1.1.2 Je kunt met voorbeelden het verschil tussen natuurkunde en scheikunde uitleggen.
1.1.3 Je kunt uitleggen hoe röntgenstraling gebruikt wordt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	1.1.1	1.1.2	1.1.3
Onthouden	1	2abc	3ab
Begrijpen		4, 5abcd, 7a	9abc
Toepassen		6, 7b	9d, 10, 11
Analyseren		8	

In de prehistorie kleedden mensen zich in berenvellen. Ze sliepen in holen en ze communiceerden met elkaar door middel van rooksignalen en de tamtam (tromgeroffel). Door natuurwetenschappen hebben wij tegenwoordig goede kleding, comfortabele huizen en moderne communicatieapparatuur zoals de telefoon en de computer.

WETENSCHAP

Natuurkunde is een **wetenschap**. Maar wat is een wetenschap eigenlijk? Wetenschap is het opdoen van kennis en het toepassen van die kennis in het dagelijks leven. Er zijn veel verschillende soorten wetenschappen, want je kunt op allerlei vakgebieden kennis opdoen. Het vak natuurkunde is een **natuurwetenschap**, net als **scheikunde** en **biologie**. In de natuurwetenschap wordt de natuur bestudeerd. Bij biologie bestudeer je de levende natuur, dus de wereld van planten, dieren en het menselijk lichaam. Bij natuurkunde en scheikunde bestudeer je de niet-levende natuur. Denk daarbij aan:

- het ontstaan van bliksem (figuur 1);
- het opwekken van elektriciteit met zonnepanelen (figuur 2);
- het smelten van kaarsvet;
- de remweg van een scooter;
- het roesten van een spijker (figuur 3).



figuur 1 Bliksem bij onweer.



figuur 2 Zonnepanelen op het dak van een huis.



figuur 3 Roestende spijkers.

Natuurwetenschappen houden zich ook bezig met natuurverschijnselen, zoals het weer, aardbevingen, vulkanen, zonsverduisteringen enzovoort.

WILHELM CONRAD RÖNTGEN

Natuurwetenschappers hebben grote bijdragen geleverd aan de huidige maatschappij. Een voorbeeld van zo'n natuurwetenschapper is Wilhelm Conrad Röntgen (figuur 4).



figuur 4 Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923).

In 1895 ontdekte de natuurkundige Röntgen een geheimzinnig soort stralen die onzichtbaar zijn en die dwars door papier en karton heen gaan. Röntgen ontdekte dat de botten in je lichaam een groot deel van deze stralen tegenhouden. De andere delen van je lichaam laten de straling bijna ongehinderd door.

Als er straling op je hand valt, ontstaat er achter je hand een soort schaduwbeeld. Achter de botten is veel schaduw, achter de spieren weinig (figuur 5). Röntgen ontdekte dat hij die schaduwbeelden kon fotograferen. Op die manier maakte hij de eerste **röntgenfoto's**. Op een röntgenfoto zijn de lichaamsdelen die veel röntgenstraling tegenhouden wit. Röntgenstraling is schadelijk voor je lichaam.



figuur 5 Röntgenfoto van handen.

VERANDERINGEN

Stoffen en voorwerpen kunnen veranderen. Als je een metalen staaf verhit, zet de staaf uit en wordt deze langer. Als de staaf afkoelt, krimpt deze weer en krijgt hij zijn oorspronkelijke lengte terug. De Eiffeltoren is op een hete zomerdag door uitzetting maar liefst 30 cm langer dan in de winter. Maar als het koud wordt, krimpt de Eiffeltoren weer. Deze veranderingen zijn dus tijdelijk.

Water ken je als een vloeistof. In nat wasgoed zit water. Als je de was te drogen hangt, verandert het water in waterdamp die uit de was ontsnapt. De was wordt droog. Als het vriest, verandert water in ijs (figuur 6). Vloeibaar water kan dus veranderen in waterdamp of in ijs. Dat soort veranderingen zijn veranderingen van toestand. Maar waterdamp en ijs kun je weer veranderen in vloeibaar water. Ook deze veranderingen zijn tijdelijk.

Stoffen kunnen ook op een andere manier veranderen. Als hout verbrandt, verandert het in houtskool, as en rook (figuur 7). Van houtskool, as en rook kun je geen hout meer maken. Het hout is voor altijd veranderd in andere stoffen. Deze verandering is blijvend.



figuur 6 Water verandert in ijs.



figuur 7 Hout verandert in houtskool, as en rook.

Bij scheikunde en natuurkunde bestudeer je veranderingen in de niet-levende natuur. Het grote verschil is daarbij dat natuurkundige veranderingen tijdelijk zijn en scheikundige veranderingen blijvend. Het langer worden van een staaf bij verhitting en het veranderen van vloeibaar water in waterdamp of ijs worden dus bij natuurkunde bestudeerd, en het verbranden van hout bij scheikunde.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 Natuurkunde en scheikunde gaan over de *levende* / *niet-levende* natuur.

2 Als je een kaars aansteekt, verandert kaarsvet van vaste stof in een vloeistof.

a Leg uit of dit thuishoort bij biologie, natuurkunde of scheikunde.

b Sommige vogels overwinteren in Nederland, terwijl andere vogels in de herfst naar warmere landen vliegen.
Leg uit of dit thuishoort bij biologie, natuurkunde of scheikunde.

c Een stof verandert in andere stoffen.
Leg uit of dit thuishoort bij biologie, natuurkunde of scheikunde.

3 Kies de juiste woorden.

a Röntgenstraling wordt grotendeels tegengehouden door de *botten* / *spieren* in je lichaam.

b Als er röntgenstraling op je hand valt, ontstaat er achter je hand een soort schaduwbeeld. Achter de *botten* / *spieren* is veel schaduw. Achter de *botten* / *spieren* is weinig schaduw.

TOEPASSING

4 Bij welk vak horen de volgende verschijnselen?

- Het ontstaan van geluid hoort bij het vak *biologie* / *natuurkunde* / *scheikunde*.
- Een bloeiende bloem hoort bij het vak *biologie* / *natuurkunde* / *scheikunde*.
- Het hard worden van een ei in kokend water hoort bij het vak *biologie* / *natuurkunde* / *scheikunde*.
- Dat een houten blokje drijft in water en dat een ijzeren blokje zinkt in water hoort bij het vak *biologie* / *natuurkunde* / *scheikunde*.

5 Leg uit of de volgende veranderingen natuurkundig of scheikundig zijn.

a Het smelten van het metaal tin.
b Een plastic stoel buigt door als een zwaar persoon erop gaat zitten.
c Aardappelen bakken aan in een pan.
d De gloeispiraal in een kachel wordt rood als je de kachel aanzet.

6 Op een oud gebouw is een nieuw dak van koper gelegd (figuur 8a). Enkele jaren later is het koper door invloed van regen en lucht groen geworden (figuur 8b). Dit heet oxideren. Oxideren hoort bij *natuurkunde* / *scheikunde*, want het koper van het dak is *wel* / *niet* veranderd in een andere stof.

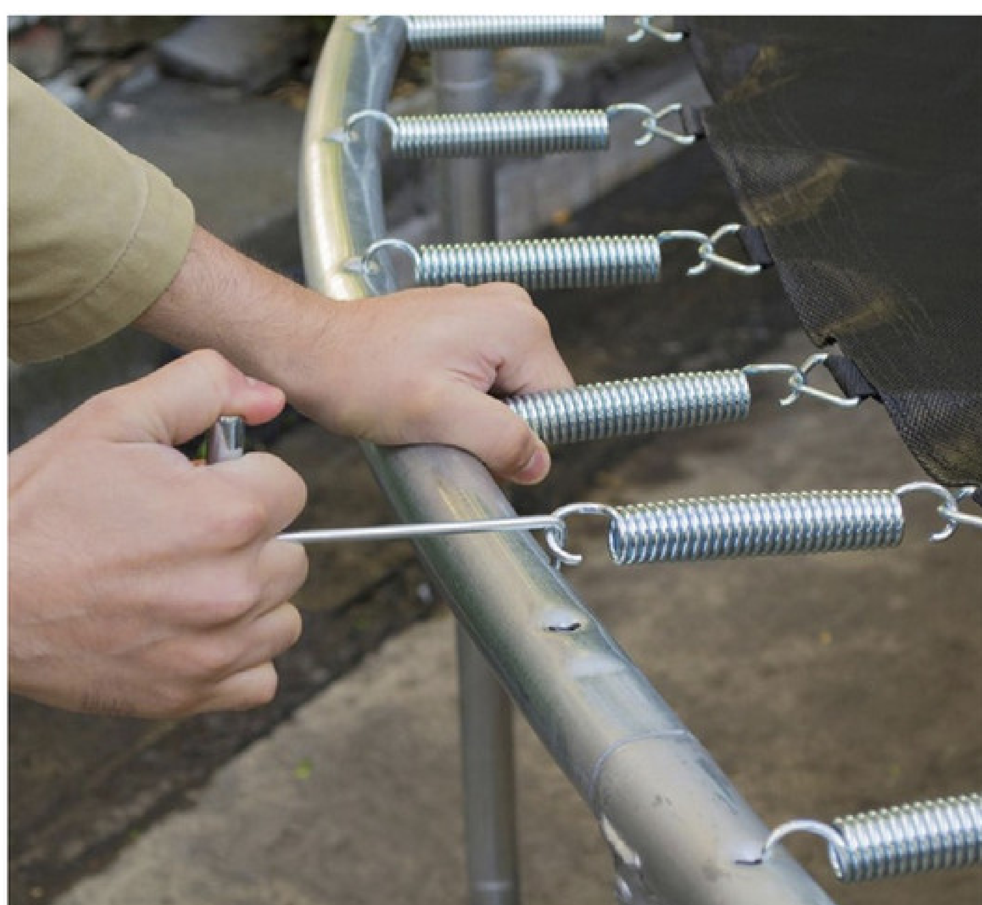
figuur 8 Het koperen dak van een historisch gebouw.


ⓐ


ⓑ

7 Bekijk figuur 9.

a Welke verandering treedt op als je aan een veer trekt?
b Leg uit dat deze verandering zowel tijdelijk als blijvend kan zijn.



figuur 9 Trekken aan een veer van een trampoline.

★ 8

Soms treden er meer veranderingen tegelijkertijd op.
Noem twee veranderingen die optreden als een ijzeren spijker met een brander verhit wordt.

9

In figuur 10 zie je een röntgenfoto van de hals en een deel van het hoofd van een man.

a Wat houdt de meeste röntgenstraling tegen: de spieren of de botten?
b Wat heeft de man in zijn keel zitten?
c Waarvan zal dit voorwerp gemaakt zijn?
d Houdt dit materiaal veel of juist weinig röntgenstraling tegen?



figuur 10 Een röntgenfoto die in het ziekenhuis is gemaakt.

10

Rolina heeft haar been gebroken. In het ziekenhuis wordt een foto van de breuk gemaakt.
Waarom wordt daarbij zo weinig mogelijk röntgenstraling gebruikt?

★ 11

Je kunt een ongeboren kind in de buik van de moeder fotograferen met behulp van röntgenstraling. Toch doen artsen dat bijna nooit. Als ze een ongeboren kind willen bekijken, laten ze een ‘echo’ maken. Zo’n echo wordt gemaakt met geluidsgolven met een heel hoge toon, zodat mensen die geluidsgolven niet kunnen horen.
Welk groot voordeel heeft geluid in vergelijking met röntgenstraling?



Test je kennis met de *Test jezelf*.

2 Onderzoeken

LEERDOELEN

1.2.1 Je kunt uitleggen wat de wetenschappelijke methode is.
1.2.2 Je kunt uitleggen hoe je veilig kunt waarnemen bij een onderzoek.
1.2.3 Je kunt beschrijven wat een grootheid en wat een eenheid is.
1.2.4 Je kunt uitleggen wat een indicator is.

[TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4
Onthouden	3	1, 2		4
Begrijpen	6abcdef	5	8ab	
Toepassen			9	10
Analyseren	7			

Bij natuur- en scheikunde doe je soms onderzoek om een antwoord te krijgen op een onderzoeksvraag. Dat onderzoek gaat volgens de wetenschappelijke methode. Bij het onderzoek moet je waarnemen en meten.

ONDERZOEK DOEN

PROEF 1

Een natuurkundig of scheikundig onderzoek vindt plaats volgens een aantal stappen:

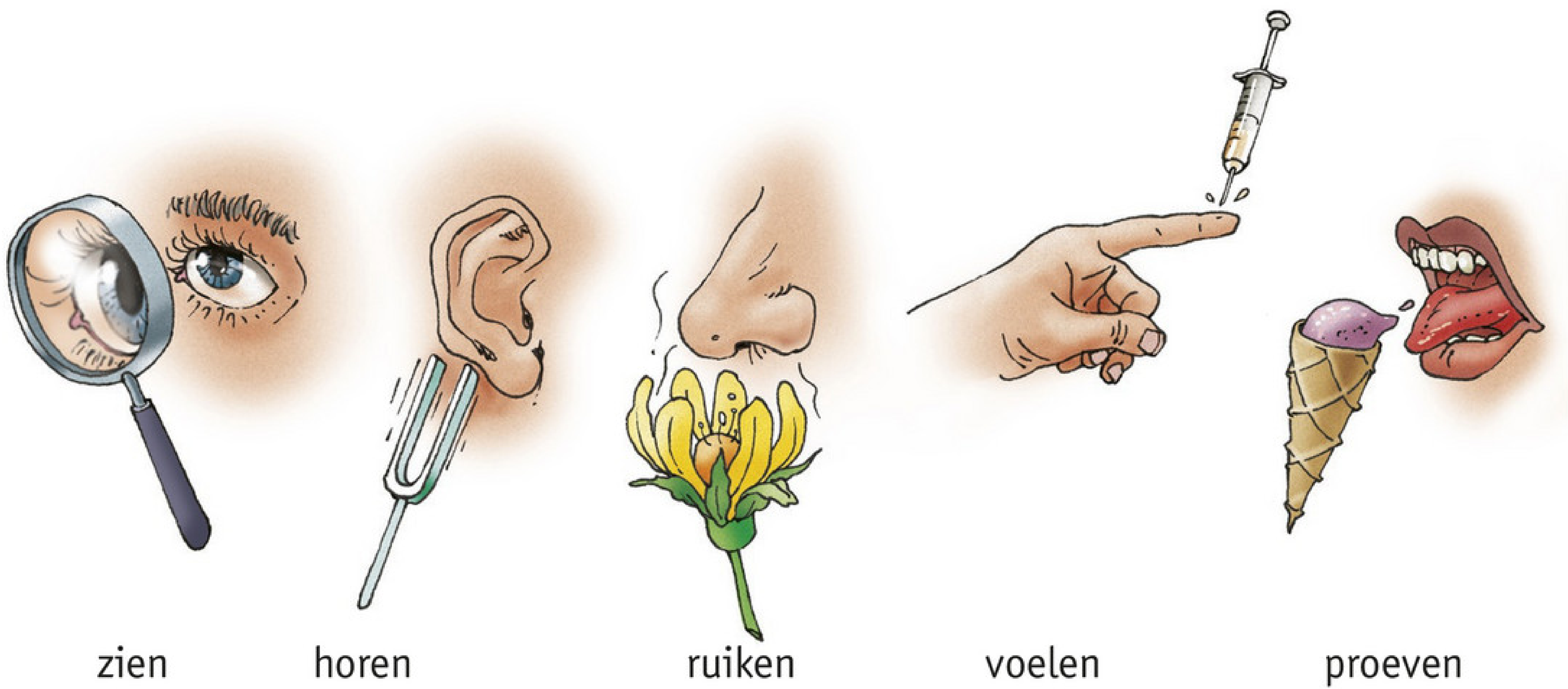
- Een onderzoek begint altijd met een **onderzoeksvraag**. Daarin staat wat je wilt ontdekken. Voorbeelden van onderzoeksvragen zijn: Welke temperatuur heeft kokend water? Hoever rijdt een fiets door als je stopt met trappen?
- Daarna bedenk je een voorlopig antwoord op de onderzoeksvraag. Wat denk je dat de uitkomst is? Zo'n voorlopig antwoord heet een **hypothese**. Dat kan een gok zijn, maar meestal is de hypothese ergens op gebaseerd: het verwachte resultaat.
- Na het formuleren van de hypothese bedenk je een experiment waarvan de uitkomst antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
- Vervolgens voer je dit experiment uit.
- Je geeft de meetresultaten overzichtelijk weer in een tabel en/of grafiek.
- Met de uitkomsten van het experiment probeer je de onderzoeksvraag te beantwoorden. Je ziet dan of de hypothese goed of niet goed was.

Deze werkwijze heet de **wetenschappelijke methode**.

WAARNEMEN

PROEF 2

Als je een experiment uitvoert, moet je nauwkeurig waarnemen wat er gebeurt. Waarnemen doe je met je **zintuigen** (figuur 1). Met je zintuigen kun je zien, horen, ruiken, voelen en proeven.



figuur 1 Waarnemen doe je met je zintuigen.

Bij onderzoek mag je altijd horen, zien en voelen. De damp van sommige stoffen is giftig. Als je giftige dampen inademt, kun je ziek worden of kunnen je longen beschadigen. Daarom mag je nooit zomaar ruiken aan een stof, maar moet je dat altijd voorzichtig doen. Sommige stoffen zijn giftig. Je kunt er ernstig ziek van worden. Daarom mag je nooit proeven van een stof!

Met je zintuigen kun je wel waarnemen, maar dat is niet erg nauwkeurig. Als je een blokje van 50 gram aan een elastiekje hangt, kun je zien dat het elastiekje langer wordt. Maar je kunt niet zien hoeveel langer. Als je dat wilt weten, moet je meten. Daarvoor gebruik je een **meetinstrument**.

GROOTHEID, EENHEID EN MEETWAARDE

Als je op de weegschaal gaat staan, lees je bijvoorbeeld het getal 52 af. Je zegt dan wellicht: “Ik weeg 52.” In de natuurkunde is dat niet goed. Iedereen zal begrijpen dat je dan 52 kilogram weegt en geen 52 gram of 52 ton. Maar in de natuurkunde moet je de aanduiding kilogram, of afgekort kg, achter het getal zetten. Kilogram is een **eenheid**. Een eenheid is een hoeveelheid of maat waarin je iets uitdrukt. De eenheid geeft het getal betekenis. Een eenheid staat altijd achter een getal. Het getal 52 is de **meetwaarde**.

Bij tijd kun je verschillende eenheden gebruiken, bijvoorbeeld minuten, uren, dagen of weken. Dit zijn allemaal eenheden van tijd. Lengte heeft ook zijn eigen eenheden. Zo is de lengte van Melissa 154 centimeter. En is de lengte van het schoolplein 30 meter.

Tijd en lengte zijn de dingen die je kunt meten. Tijd en lengte zijn voorbeelden van grootheden. Een **grootheid** is een eigenschap die je kunt meten. Iedere grootheid heeft zijn eigen eenheden.

Met een weegschaal kun je de massa van een voorwerp of van een hoeveelheid stof bepalen. De massa is de hoeveelheid stof in gram (g) of kilogram (kg). Voorwerpen met een grote massa zijn zwaar, voorwerpen met een kleine massa zijn licht.

Cola is een vloeistof. Je kunt meten hoeveel cola in een glas zit. Je meet dan het volume van de cola. Het volume is de ruimte die een voorwerp of een hoeveelheid stof inneemt. Het volume druk je uit in kubieke meter (m^3), kubieke decimeter (dm^3) of kubieke centimeter (cm^3). Volumes kunnen ook worden opgegeven in liter (L) of milliliter (mL).

ONDERZOEK MET EEN INDICATOR

PROEF 3+4

In laboratoria worden indicatoren gebruikt. Met een **indicator** kun je onderzoeken of een bepaalde stof wel of niet aanwezig is. De indicator verandert van kleur onder invloed van die andere stof. Er zijn indicatoren voor suiker, alcohol, zetmeel, koolstofdioxide enzovoort. De indicator voor zetmeel is jodium, een bruingele vloeistof (figuur 2).



figuur 2 Jodium.

Je kunt nu een onderzoek doen volgens de wetenschappelijke methode:

- De onderzoeksvraag luidt: Zit er zetmeel in een witte boterham?
- De hypothese zou kunnen zijn: Nee, er zit geen zetmeel in een witte boterham.
- De proefopzet is dan als volgt: Laat een paar druppels jodium op een witte boterham vallen.
- Voer de proef nu uit (figuur 3). Je ziet dat de boterham op die plaats donkerblauw wordt.
- Je kunt de onderzoeksvraag nu beantwoorden: Er zit zetmeel in een witte boterham. De hypothese was niet juist.



figuur 3 Brood bevat zetmeel.

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.**

LEERSTOF

1 Waarom mag je bij natuur- en scheikunde nooit proeven van een stof?

2 Welke waarnemingen mag je altijd doen bij een onderzoek?

- ○ A horen en proeven
- ○ B horen en zien
- ○ C proeven en voelen
- ○ D ruiken en voelen
- ○ E ruiken en zien

3 Welke eenheid hoort bij de grootheid?

A lengte ○ ○ 1 kilogram
B massa ○ ○ 2 liter
C tijd ○ ○ 3 meter
D volume ○ ○ 4 seconde

4 Vul de juiste woorden in.

Met een .... kun je nagaan of een bepaalde stof wel of niet aanwezig is.

De .... verandert van .... onder invloed van die andere stof.

Als je .... bij zetmeel doet, verandert de kleur van het jodium van bruingeel in ....

TOEPASSING

5 Je gebruikt je zintuigen om dingen waar te nemen.
Welk zintuig gebruik je?

A horen ○ ○ 1 huid
B proeven ○ ○ 2 neus
C ruiken ○ ○ 3 ogen
D voelen ○ ○ 4 oren
E zien ○ ○ 5 tong

6 Hoort de zin bij de onderzoeksvraag of bij de conclusie van een onderzoek?

a Gaat elektriciteit door een plastic buis heen? *onderzoeksvraag / conclusie*
b Wie is het langst in deze klas? *onderzoeksvraag / conclusie*
c De zon komt iedere dag op in het oosten. *onderzoeksvraag / conclusie*
d Serge wil weten hoe hoog het klaslokaal is. *onderzoeksvraag / conclusie*
e Papier brandt beter dan hout. *onderzoeksvraag / conclusie*
f Nick is het langst van de klas. *onderzoeksvraag / conclusie*

7  Zie de vaardigheid *Onderzoek doen.*
Lees en bekijk figuur 4.
Bedenk zelf een onderzoeksvraag voor een onderzoek dat past bij deze tekst.

Evelien fietst op haar nieuwe e-bike naar school. Ze weet nog niet hoe snel de fiets nu eigenlijk gaat. Gaat het sneller dan op haar gewone fiets? Dat gaat ze uitproberen. Ze hoopt dat ze onderweg niet stil komt te staan doordat de accu leeg is. Als ze op school aankomt, vraagt haar vriend Raymond hoelang zij onderweg is geweest. Evelien weet dat niet. Ze is alleen bezig geweest met zo hard mogelijk fietsen.



figuur 4 Evelien op haar e-bike.

8  Zie de vaardigheid *Werken met grootheden en eenheden*.

a Zet in elke zin een streep onder de grootheid.
Het zwembad heeft een lengte van 25 meter.
De tijd die Jurgen nodig heeft om naar huis te fietsen is 15 minuten.
In een koelkast is de temperatuur meestal 4 graden Celsius.
De breedte van een tennisveld is 8,23 meter.
De massa van de bloemkool is 600 gram.

b Zet in elke zin een streep onder de eenheid.
Als je temperatuur 39 graden Celsius is, heb je koorts.
Een voetbalwedstrijd duurt twee keer 45 minuten.
Anna judoot in de klasse tot 52 kilogram.
Bij hockey ligt de strafbalstip op 6,4 meter van het doel.
Als de luchtdruk onder 1013 hectopascal komt, is de kans op regen groot.

9 Wat ontbreekt er eigenlijk op het verkeersbord in figuur 5?



figuur 5 Verkeersbord.

10 De politie gebruikte vroeger een blaaspijpje om te controleren of een automobilist gedronken had.
Welke stof kon de politie met zo'n blaaspijpje aantonen?

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

3 Practicum

LEERDOELEN

1.3.1 Je kunt practicummaterialen benoemen.
1.3.2 Je kunt van een aantal meetinstrumenten uitleggen waarvoor je ze gebruikt.
1.3.3 Je kunt het verschil uitleggen tussen digitale en analoge apparatuur.
1.3.4 Je kunt de veiligheidsregels en veiligheidsmiddelen bij practicum noemen.
1.3.5 Je kunt de werking van de brander uitleggen.
1.3.6 Je kunt de drie soorten vlammen van de brander met hun eigenschappen noemen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	1.3.1	1.3.2	1.3.3	1.3.4	1.3.5	1.3.6	1.2.1*
Onthouden	1			2	3		
Begrijpen			4	5abcdefg, 7			10a
Toepassen	10b			8b		8a	
Analyseren				6	9		

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Bij het doen van natuur- of scheikundig onderzoek voer je experimenten uit. Daarbij gebruik je meetinstrumenten. Bij deze experimenten zijn er regels voor de veiligheid waar je je altijd aan moet houden.

PRACTICUMAPPARATUUR

PROEF 5

Het uitvoeren van experimenten bij natuur- en scheikunde noem je **practicum**. Bij practicum onderzoek je natuurverschijnselen. Meestal heb je dan meetinstrumenten nodig. Je hebt vaak ook andere dingen nodig. De spullen die je bij practicum gebruikt, noem je practicummateriaal. Er zijn veel verschillende soorten practicummateriaal (figuur 1).

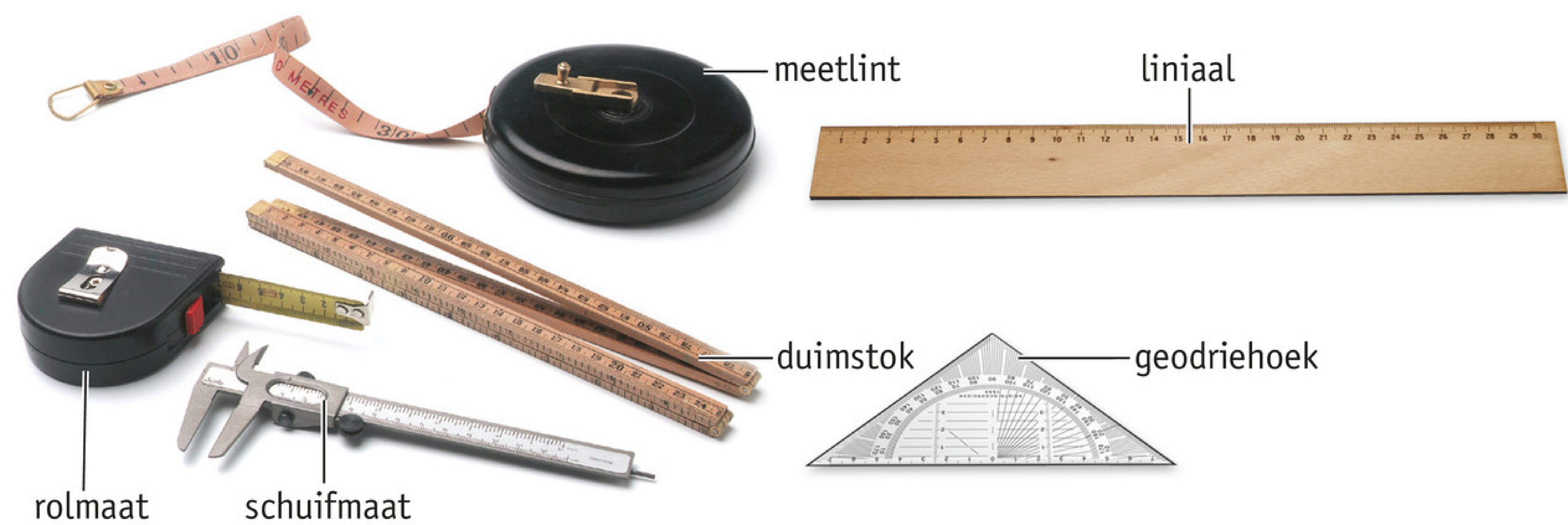
MEETINSTRUMENTEN

Tijd meet je met een klok of een stopwatch. Tijd wordt uitgedrukt in de eenheden seconden (s), minuten (min), uren (h) of zelfs jaren (y).

Lengtes kun je meten met een liniaal, geodriehoek of meetlint (figuur 2). Gebruik het apparaat dat het best past bij de lengte die je gaat meten. Lengtes druk je uit in centimeter (cm), meter (m) of kilometer (km).

afbeelding	naam	toepassing
	maatcilinder	hoeveelheid meten
	bekerglas	mengen en verwarmen van vloeistoffen
	erlenmeyer	verwarmen van vloeistoffen
	kookkolf	verwarmen van vloeistoffen
	reageerbuis	mengen van vloeistoffen scheikundeproefjes
	reageerbuisknijper	vasthouden van een reageerbuis tijdens het verwarmen
	reageerbuisborstel	schoonmaken van een gebruikte reageerbuis
	reageerbuisrek	opbergen van reageerbuizen
	statiefstang/klemmen	iets vastzetten
	statiefvoet	monteer je samen met statiefstang

figuur 1 Practicummateriaal.



figuur 2 Meetinstrumenten voor het meten van lengte.

De temperatuur meet je met een thermometer. De massa meet je met een weegschaal. (In de natuurkunde gebruik je het woord massa in plaats van gewicht.)

In figuur 3 zie je twee thermometers. De oventhermometer (figuur 3a) heeft een wijzer die over een **schaalverdeling** draait. De schaalverdeling bestaat uit streepjes op regelmatige afstand van elkaar met daarbij een reeks getallen waarmee je een meetwaarde kunt aflezen. Meetinstrumenten met een wijzer en een schaalverdeling noem je **analoog**. De koortsthermometer (figuur 3b) toont de meting op een schermpje. Een meetinstrument met cijfers op een scherm noem je **digitaal**.

figuur 3 Twee thermometers.



ⓐ analoge thermometer



ⓑ digitale thermometer

VEILIGHEID

Tijdens practicum werk je soms met vuur of je gebruikt gevaarlijke stoffen. Soms werk je met elektriciteit. Als er iets fout gaat, kan iemand gewond raken. Daarom is veiligheid erg belangrijk. Je moet altijd voorzichtig experimenteren. Je moet je daarom houden aan de **veiligheidsregels** (figuur 4).



figuur 4 Tijdens practicum is de veiligheid belangrijk.

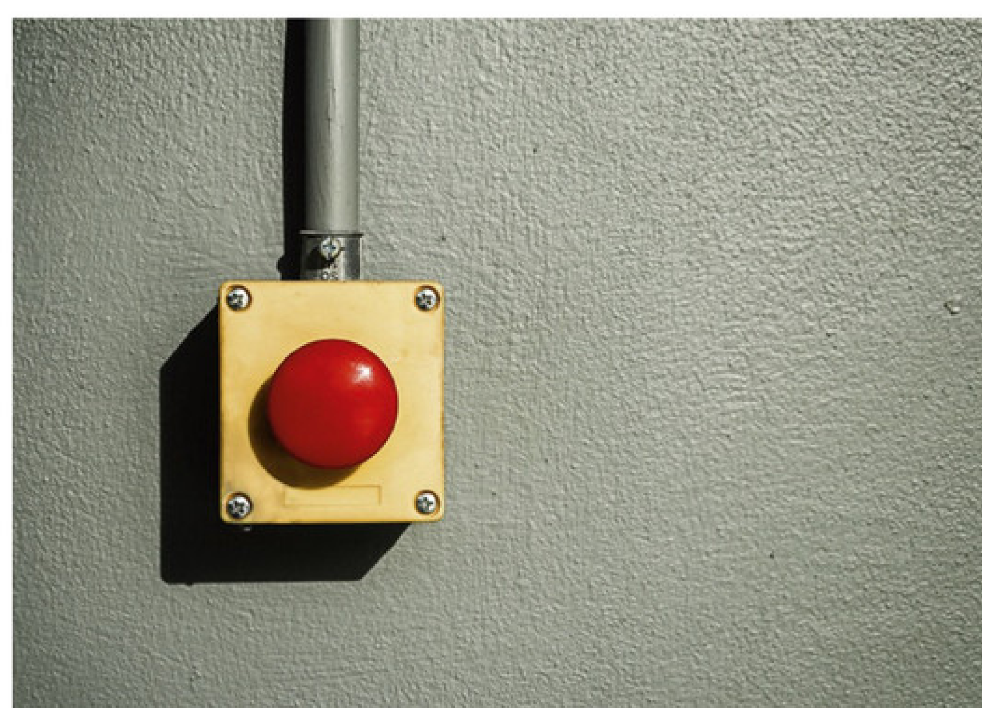
De veiligheidsregels zijn:
- Luister naar je docent en doe wat je docent zegt.
- Niet duwen, trekken of rennen in het lokaal.
- Niet eten of drinken in het lokaal.
- Leg geen tas of andere spullen waar mensen moeten lopen.
- Draag een veiligheidsbril als dat nodig is.
- Bind lang haar in een staart als je met vuur werkt.
- Werk altijd voorzichtig, vooral met scheikundige stoffen.
- Ruik alleen voorzichtig aan onbekende stoffen.
- Proef nooit van stoffen.
- Als er iets fout gaat, moet je meteen je docent waarschuwen.

Bij practicum moet je weten waar de veiligheidsmiddelen voor dienen. In de meeste practicumlokalen zijn de volgende veiligheidsmiddelen aanwezig:
- de brandblusser, hiermee blus je een beginnende brand;
- de branddeken, hier kun je iemand in wikkelen als zijn kleding in brand staat (figuur 5);
- de oogdouche of oogwasfles, hiermee spoel je je ogen schoon als er een bijtende stof in is gekomen;
- de nooddouche, hier kun je onder gaan staan als je een bijtende stof over je heen hebt gekregen;
- de nooddeur, een deur die bestemd is om het lokaal te ontvluchten;
- de noodstop, een rood met gele knop die het gas en de elektriciteit afsluit als je hem indrukt (figuur 6).

Je docent vertelt waar deze veiligheidsmiddelen in het lokaal zijn. Hij vertelt ook hoe je ze moet gebruiken.



figuur 5 Oefenen met een branddeken.



figuur 6 De noodstop.

DE BRANDER

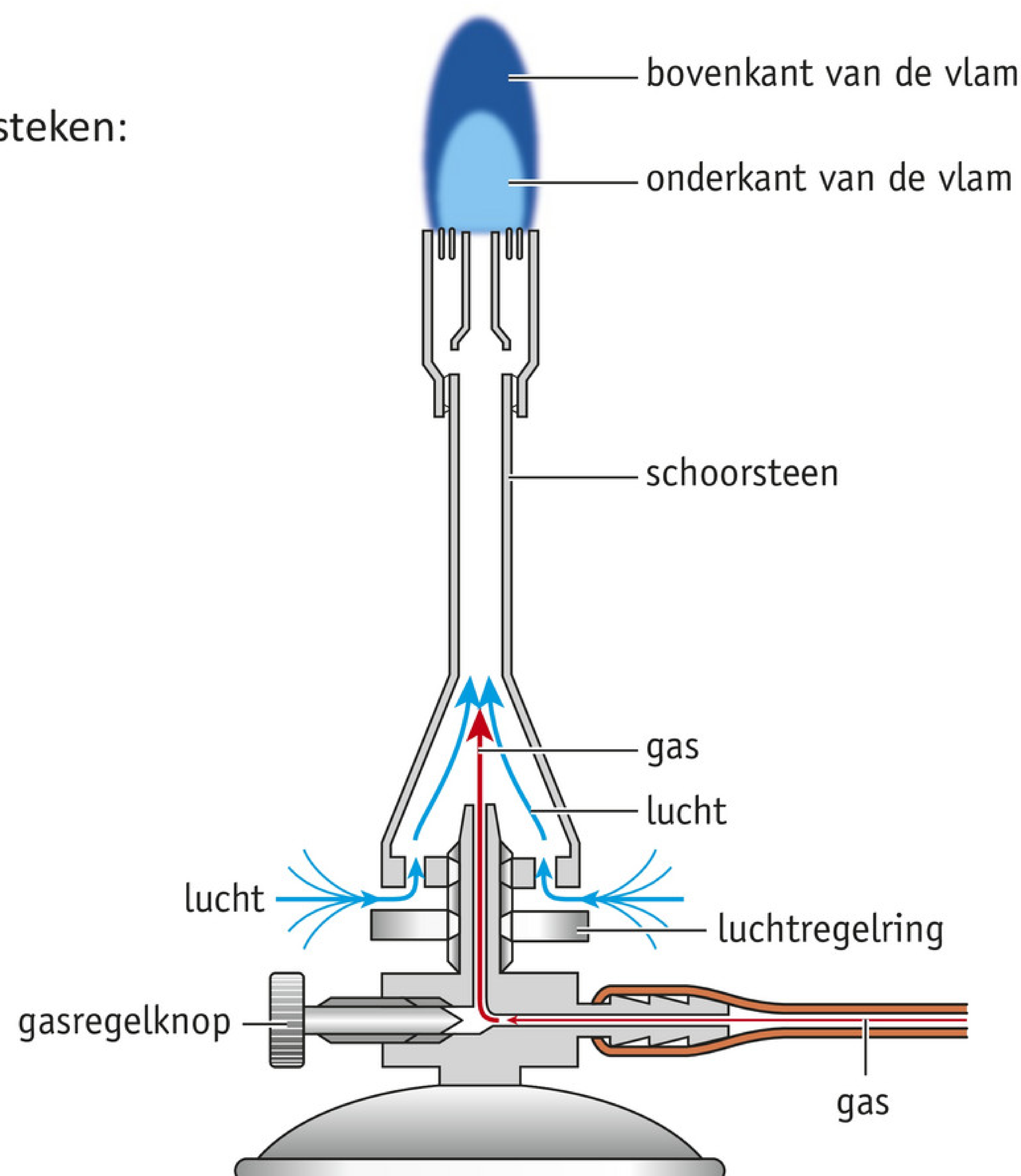
PROEF 6

Bij practicum moet je soms iets verwarmen. Daarvoor gebruik je een brander. De brander werkt op aardgas. De brander wordt met behulp van een slang aangesloten op een gaskraan. Op de brander zit een **gasregelknop** (figuur 7). Met deze gasregelknop laat je meer of minder aardgas in de brander. De vlam wordt dan groter of kleiner. Je kunt deze gasregelknop ook helemaal dicht draaien.

Aardgas kan alleen branden als er zuurstof bij komt. Zuurstof zit in de lucht. De lucht komt door de **luchtregelring** (figuur 7) bij het gas. Met de luchtregelring laat je meer of minder lucht bij het gas. In de **schoorsteen** worden het gas en de lucht gemengd, zodat de vlam bovenaan de schoorsteen goed kan branden.

De brander moet je altijd op dezelfde manier aansteken:
1 Doe de luchtregelring dicht.
2 Controleer of de gasregelknop dicht is.
3 Draai de gaskraan op je tafel open.
4 Houd een brandende lucifer net boven de schoorsteen.
5 Draai de gasregelknop een beetje open, zodat de brander met een geeloranje vlam gaat branden.

Je doet de brander op de volgende manier weer uit:
1 Draai de luchtregelring dicht.
2 Draai de gaskraan op je tafel dicht.
3 Draai de gasregelknop dicht.



figuur 7 De onderdelen van de brander.

DRIE VLAMMEN

Met de brander kun je drie soorten vlammen maken:

- De **pauzevlam** (figuur 8a) gebruik je als je de brander even niet nodig hebt. Een pauzevlam is geeloranje. De pauzevlam is goed zichtbaar, zodat je je niet per ongeluk verbrandt aan de vlam. Voor een pauzevlam draai je de gasregelknop een beetje open en blijft de luchtregelring dicht. De pauzevlam is de minst hete van de drie vlammen. Je mag de pauzevlam nooit gebruiken om een bekerglas of een reageerbuis te verwarmen. Bij een geeloranje vlam verbrandt het aardgas namelijk niet volledig. Er ontstaat roet dat het bekerglas of de reageerbuis zwart maakt. Het is moeilijk om deze weer schoon te maken.
- De **stille blauwe vlam** (figuur 8b) gebruik je als je iets warm moet houden. Ook gebruik je de stille blauwe vlam als je een kleine hoeveelheid vloeistof moet verwarmen, bijvoorbeeld een klein beetje water. Voor een stille blauwe vlam open je de gasregelknop en de luchtregelring een beetje. De stille blauwe vlam is veel heter dan de pauzevlam.
- De **ruisende blauwe vlam** (figuur 8c) is heel heet. De ruisende blauwe vlam is voor een groot deel onzichtbaar. Je ziet alleen de blauwe kegel of kern, maar de vlam is dus veel groter. Je gebruikt de ruisende blauwe vlam om een grote hoeveelheid vloeistof te verwarmen. Bijvoorbeeld om een liter water te koken. Voor een ruisende blauwe vlam draai je de gasregelknop en de luchtregelring ver open.

figuur 8 Drie verschillende vlammen van een brander.



gele vlam of pauzevlam



stille blauwe vlam



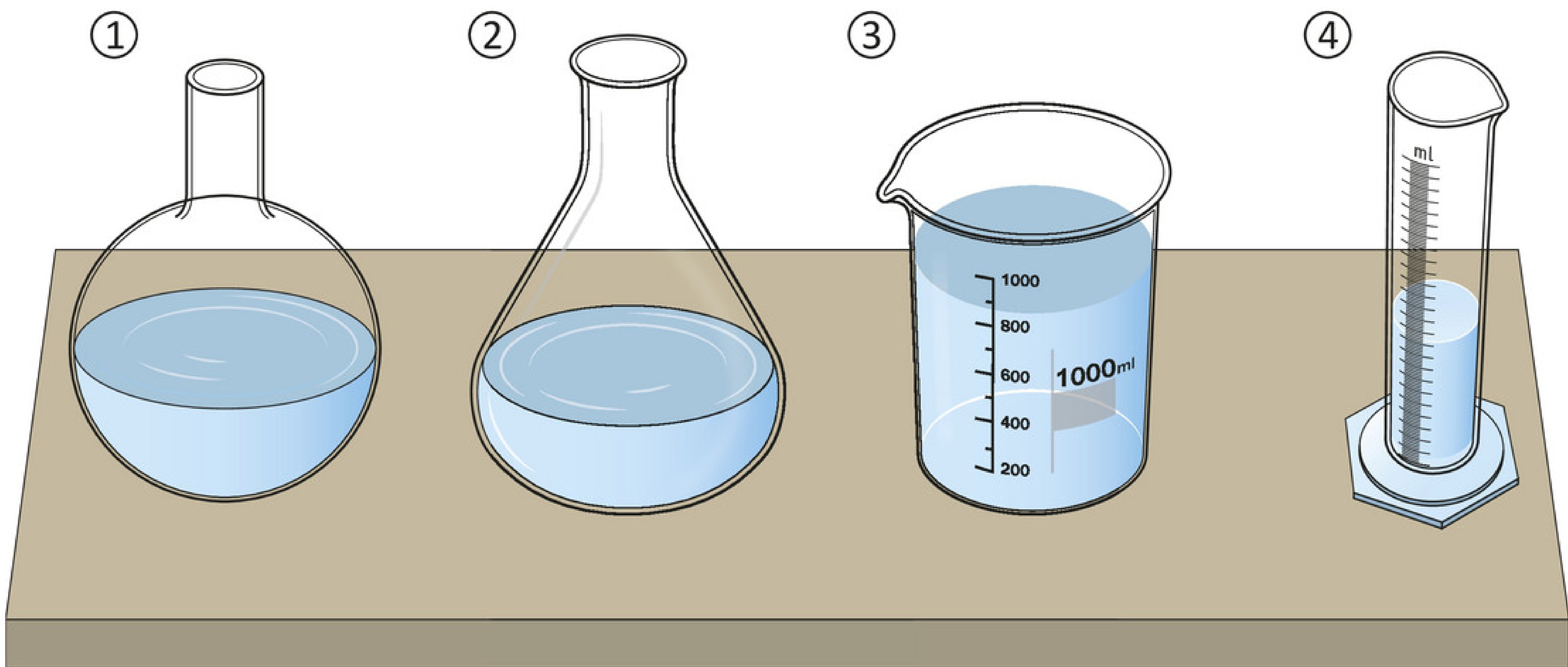
ruisende blauwe vlam



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

LEERSTOF

1 In figuur 9 zie je vier soorten practicummateriaal van glas.
Noteer de naam van elk glas.



figuur 9 Deze voorwerpen worden veel bij practicum gebruikt.

1 ....

2 ....

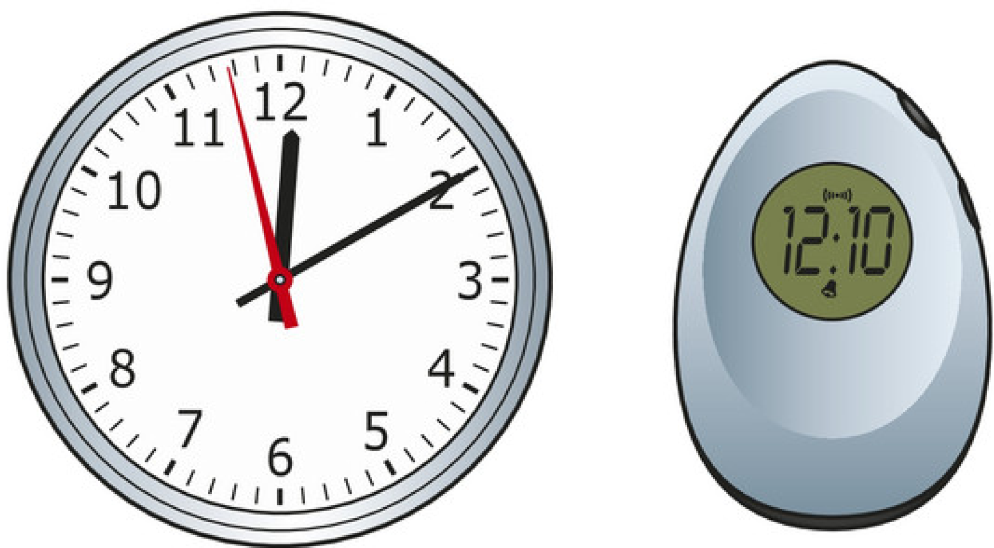
3 ....

4 ....

2 Bij practicum heb je verschillende veiligheidsregels.
Noteer drie veiligheidsregels.

3 Als je een brander aansteekt, moet de luchtregelring *open* / *dicht* zijn.

4 Bekijk figuur 10.
Welke klok is analoog en welke is digitaal? Leg uit waaraan je dat kunt zien.



figuur 10 Twee verschillende klokken.

TOEPASSING

5 Lees de zinnen over dingen die je kunt doen bij practicum.
Geef aan of het goed of fout is wat er gebeurt.

- **a** Kyra ruikt direct met haar neus aan een open fles. *goed / fout*
- **b** Randjew houdt de reageerbuis met de reageerbuisknijper in een vlam. *goed / fout*
- **c** Carlo zet zijn veiligheidsbril af, terwijl hij een vloeistof verwarmt. *goed / fout*
- **d** Karin heeft lang haar en bindt dat in een staart, die op haar rug hangt. *goed / fout*
- **e** Ineke schuift haar tas onder de tafel voor ze aan het practicum begint. *goed / fout*
- **f** Paul proeft of een vloeistof zoet is. *goed / fout*
- **g** Saar loopt het practicumlokaal uit voor een mentorgesprek en zet de brander op de pauzevlam. *goed / fout*

6 Carolien stoot per ongeluk haar brander om. De vlam van de brander blijft branden. Carolien raakt in paniek. Jij blijft kalm, want je weet wat je als eerste moet doen.

○ A Je draait de gaskraan op haar tafel dicht.
○ B Je giet een bekerglas water op de brander.
○ C Je pakt de brandblusser en spuit op de brander.
○ D Je pakt de brander vast en zet hem rechtop.
○ E Je probeert Carolien te troosten.

7 Schrijf vijf veiligheidsmiddelen op die in het practicumlokaal bij jou op school aanwezig zijn.

8 Je gaat bij practicum twee bekerglazen met water verwarmen: een klein bekerglas met 100 mL water en een groot bekerglas met 2 L water. Je meet elke 30 s de temperatuur met een thermometer. Je maakt van beide meetseries een grafiek, waarbij je de temperatuur uitzet tegen de tijd.

a Welke vlam gebruik je in de volgende situaties?
- Je verwarmt als eerste het bekerglas met 100 mL water.
- Je maakt een grafiek van de metingen van het kleine bekerglas met water.
- Je verwarmt het grote bekerglas met 2 L water.
- Je maakt de grafiek van het grote bekerglas met 2 L water.

b Waarom moet je vooral bij het verwarmen van het kleine bekerglas met water erg voorzichtig zijn?

★ 9 Er is zuurstof nodig om gas te laten branden. Bij het aansteken van de brander is de luchtregelring dicht, zodat er geen lucht met het gas door de schoorsteen kan stromen. Leg uit waarom je toch de brander kunt aansteken.

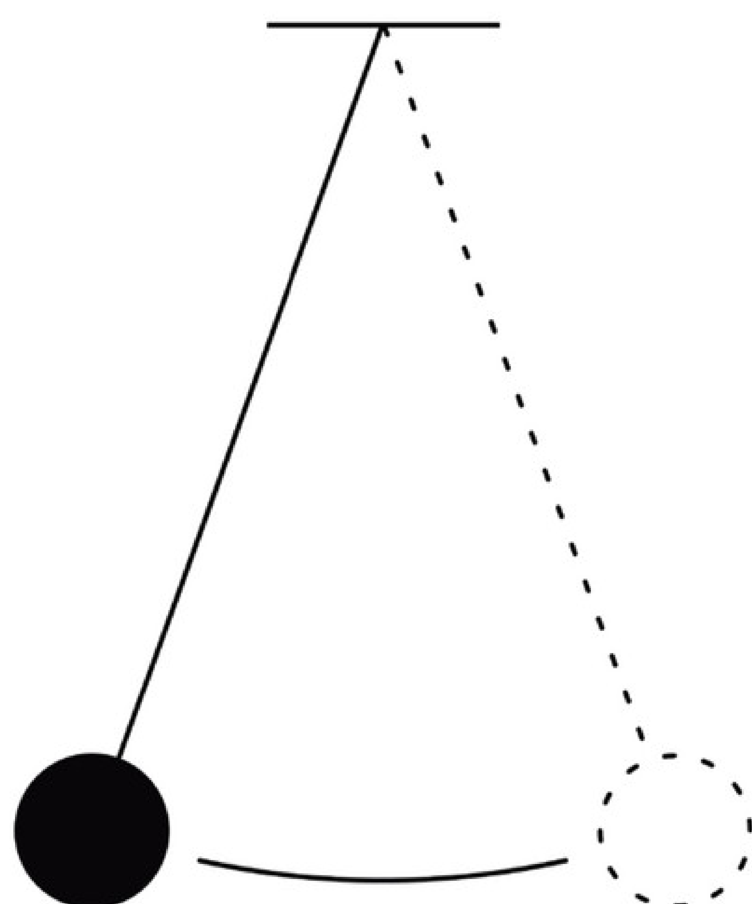
★ 10 Fatima wil onderzoeken of de lengte van een slinger invloed heeft op de tijd die de slinger nodig heeft om één keer heen en weer te bewegen (figuur 11). Ze gebruikt de natuurwetenschappelijke methode.

a Zet de volgende stappen van haar onderzoek in de juiste volgorde.

A Ze beantwoordt de onderzoeksvraag.
B Ze bedenkt een hypothese.
C Ze bedenkt een proef.
D Ze stelt de onderzoeksvraag op.
E Ze voert de benodigde metingen uit.

....

b Welke practicummaterialen heeft ze nodig?



figuur 11 Slinger.


Test je kennis met de *Test jezelf.*

Practica

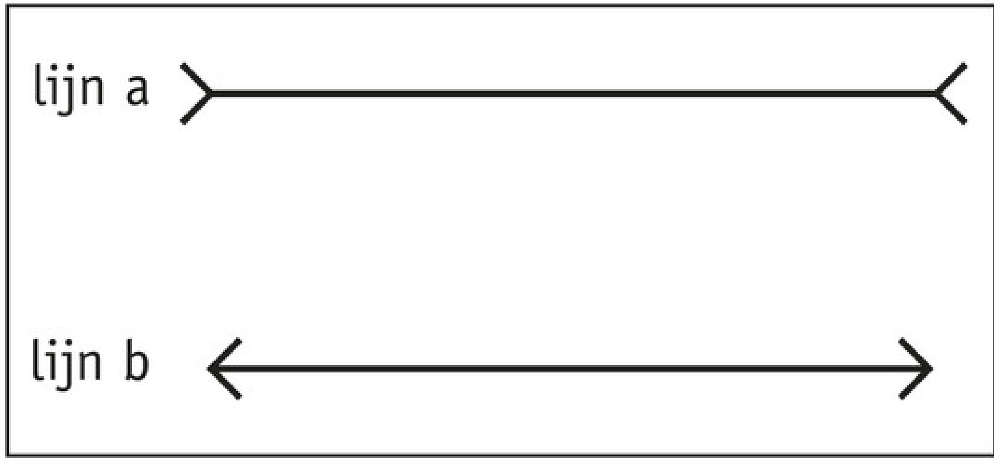
PROEF 1 ONDERZOEK DOEN

10 minuten

Inleiding
Een onderzoek voer je uit om iets te weten te komen wat voor jou nog onbekend is.

Doel
Met deze proef formuleer je een onderzoeksvraag en een conclusie voor een onderzoek.

Nodig
- ☐ liniaal of geodriehoek



figuur 1 Twee lijnen.

Uitvoeren en uitwerken
- Bekijk de twee lijnen in figuur 1. De pijlpunten doen niet mee met de lengte van de lijn.

1 Bedenk een onderzoeksvraag bij deze twee lijnen.

....

....

2 Je mag eerst alleen kijken, dus niet meten.
Wat is je hypothese over de lengte van de twee lijnen?
- ○ A Lijn a is het langst.
- ○ B Lijn b is het langst.
- ○ C Lijn a en b zijn even lang.

- Pak een liniaal of geodriehoek.
- Meet de lengte van de lijnen.

3 Wat is de conclusie van het onderzoek?

....

....

4 Leg uit of je hypothese juist was of niet.

....

....

PROEF 2 TEMPERATUURGEVOEL TESTEN

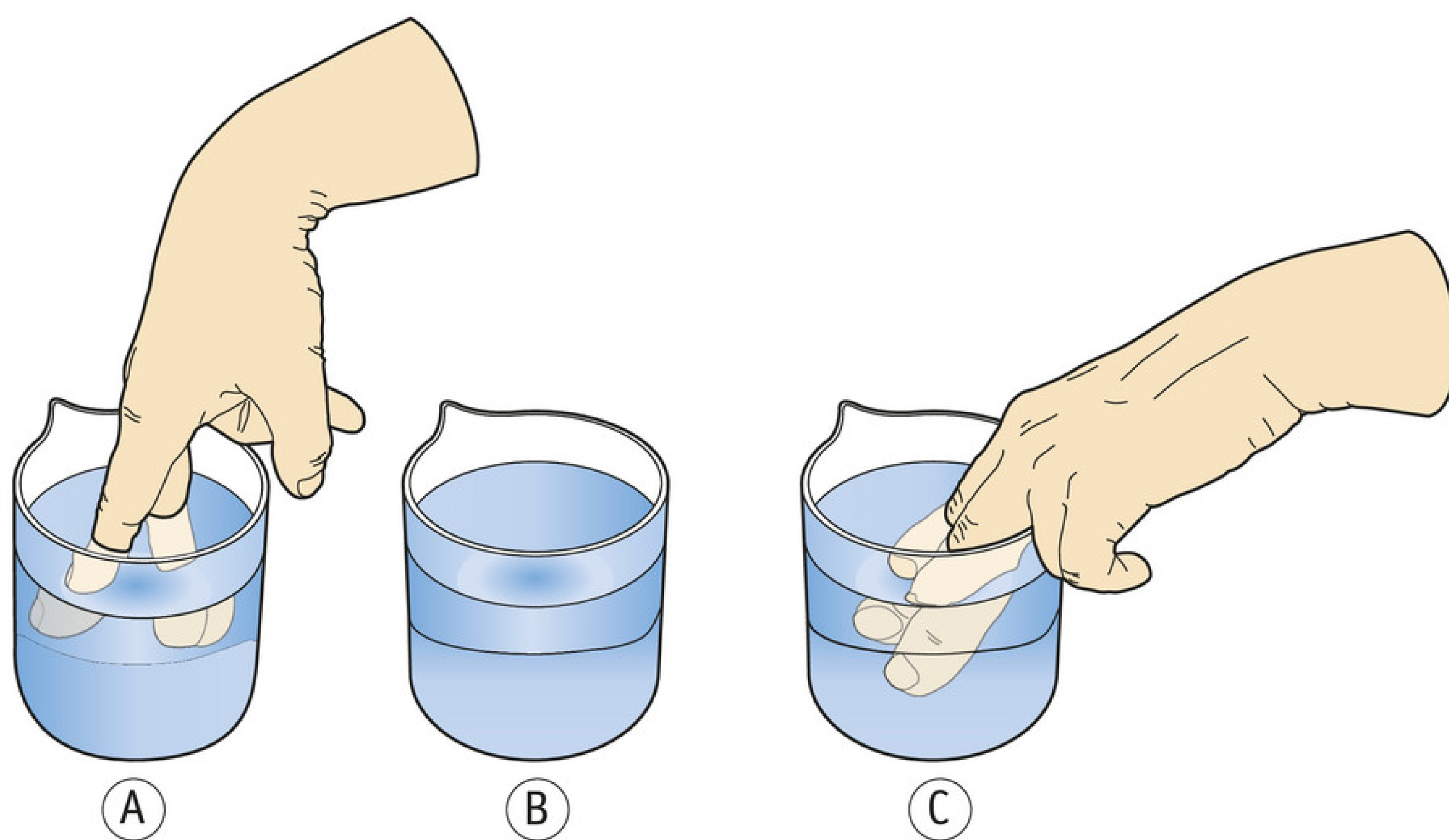
15 minuten

Inleiding
Met je vingers kun je slecht de temperatuur vaststellen. In deze proef merk je dat je handen ieder zelfs een verschillende temperatuur kunnen waarnemen.

Doel
Met deze proef onderzoek je hoe nauwkeurig je temperatuurgevoel is.

Nodig
- ☐ 3 bekerglazen
- ☐ warm water

Uitvoeren en uitwerken
- Vul bekerglas A voor twee derde met warm water.
- Vul bekerglas B voor twee derde met lauw water.
- Vul bekerglas C voor twee derde met koud water.
- Doe twee vingers van je linkerhand in bekerglas A. Doe tegelijk twee vingers van je rechterhand in bekerglas C (figuur 2).
- Haal je vingers na 1 minuut uit de bekerglazen A en C. Doe ze meteen daarna in bekerglas B.



figuur 2 Je temperatuurgevoel testen.

1 Hoe voelt het water in bekerglas B aan?
- ○ A linkerhand koud, rechterhand koud
- ○ B linkerhand koud, rechterhand lauw
- ○ C linkerhand lauw, rechterhand koud
- ○ D linkerhand lauw, rechterhand lauw

2 Wat weet je nu over de nauwkeurigheid van je temperatuurgevoel?

....

....

....

PROEF 3 ZUUR AANTONEN

15 minuten

Inleiding

Met rodekoolsap kun je onderzoeken of er zuur in een vloeistof zit. Je doet een scheutje sap bij de vloeistof en kijkt naar de kleur. Als het sap rood kleurt, is de vloeistof zuur. Als het sap blauwpaars blijft, is de vloeistof niet zuur.

Doel

Je onderzoekt van vijf vloeistoffen of ze zuur zijn, zonder ze te proeven.

Nodig

- ☐ rodekoolsap
- ☐ reageerbuis
- ☐ 5 onbekende vloeistoffen
- ☐ pipet

Uitvoeren en uitwerken

- Vul de reageerbuis voor een kwart met vloeistof 1.
- Voeg met het pipet enkele druppels rodekoolsap toe.

1 Wat zie je?

....

....

2 Noteer in de tweede kolom van tabel 1 ‘ja’ als de vloeistof zuur is en ‘nee’ als de vloeistof niet zuur is.

tabel 1 Zijn de vijf vloeistoffen zuur?

nummer	zuur?	naam vloeistof
1		
2		
3		
4		
5		

- Onderzoek de vier andere vloeistoffen op dezelfde manier.

3 Vul de tweede kolom van de tabel verder in.

- Je docent vertelt je welke vloeistoffen je onderzocht hebt.

4 Noteer de namen van de onderzochte vloeistoffen in de derde kolom van de tabel.

5 Van welke vloeistoffen had je niet verwacht dat ze zuur zijn?

....

....

PROEF 4 KOOLZUURGAS AANTONEN

10 minuten

Inleiding
Met kalkwater kun je onderzoeken of er koolzuurgas in je adem zit.

Doel
Je toont aan dat er koolzuurgas in je adem zit.

Nodig
- ☐ kalkwater
- ☐ bekerglas
- ☐ rietje

Uitvoeren en uitwerken
- Vul het bekerglas voor de helft met kalkwater.
- Blaas zacht en voorzichtig door het rietje in het kalkwater.

1 Wat zie je?

....

....

2 Vul in.

Met .... kun je aantonen dat er ....

in je adem zit. Het kalkwater wordt dan ....

3 Welke stof is hier de indicator?

....

4 Je hebt het experiment al uitgevoerd. Eigenlijk begint elk onderzoek met een onderzoeksvraag. Als je nu terugkijkt, welke onderzoeksvraag zou je hierbij dan kunnen stellen?

....

....

PROEF 5 WERKEN MET EEN REAGEERBUIS

15 minuten

Inleiding
Om practicum te doen, moet je technieken leren om het practicummateriaal juist te kunnen gebruiken.

Doel
Met deze proef leer je twee technieken om een reageerbuis juist te gebruiken.

Nodig
- ☐ 2 reageerbuizen
- ☐ reageerbuisrek
- ☐ watervaste viltstift
- ☐ meetlat of geodriehoek
- ☐ spuitfles met water
- ☐ poetsdoek
- ☐ keukenzout

Uitvoeren en uitwerken
- Pak de twee reageerbuizen uit het rekje.
- Maak de buitenkant van de reageerbuizen goed droog met een doek.
- Zet op elke reageerbuis een dunne streep op 4 cm van de onderkant.
- Vul één reageerbuis precies tot aan het streepje met water rechtstreeks uit de kraan.
- Vul de andere reageerbuis met de spuitfles precies tot de streep met water.

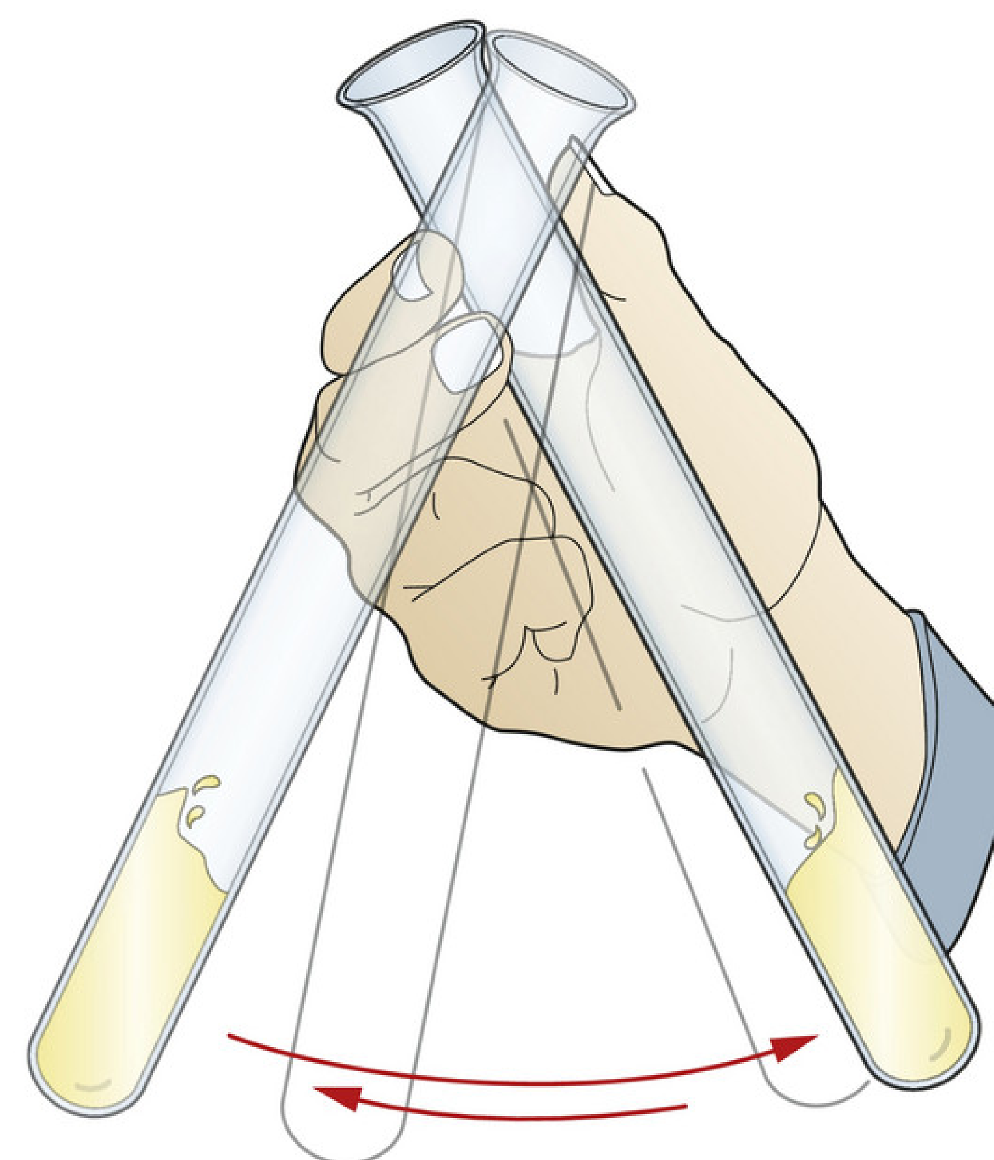
1 Je moet een reageerbuis precies tot aan een streep vullen.
Wat is de nauwkeurigste manier om dat te doen?
- ○ A Aan de kraan vullen.
- ○ B Met een spuitfles vullen.
- ○ C Aan de kraan vullen of met de spuitbus vullen zijn allebei even nauwkeurig.

- Doe in beide reageerbuizen een beetje keukenzout. De hoeveelheid keukenzout moet ongeveer gelijk zijn.
- Pak een reageerbuis met water en keukenzout bovenaan vast. Houd de reageerbuis vast tussen duim en wijsvinger.
- Schud de reageerbuis nu voorzichtig heen en weer (figuur 3). Op deze manier de reageerbuis schudden lijkt op het kwispelen van de staart van een hond. Daarom noem je dit kwispelen.

- Kwispel net zolang totdat het zout is opgelost.

2 Is het zout in de reageerbuis waar je niet mee gekwispeld hebt ook opgelost? *ja / nee*

3 Door te kwispelen lossen stoffen *sneller / minder snel* op.



figuur 3 Kwispelen met een reageerbuis.

PROEF 6 WERKEN MET EEN BRANDER

30 minuten

Inleiding

Bij proeven op school gebruik je vaak een gasbrander om iets te verwarmen. Met zo'n brander moet je altijd voorzichtig werken.

Houd je aan de veiligheidsvoorschriften die je docent met je heeft besproken.

Doel

Bij deze proef leer je welke eigenschappen een gasvlam heeft en hoe je met een brander moet werken.

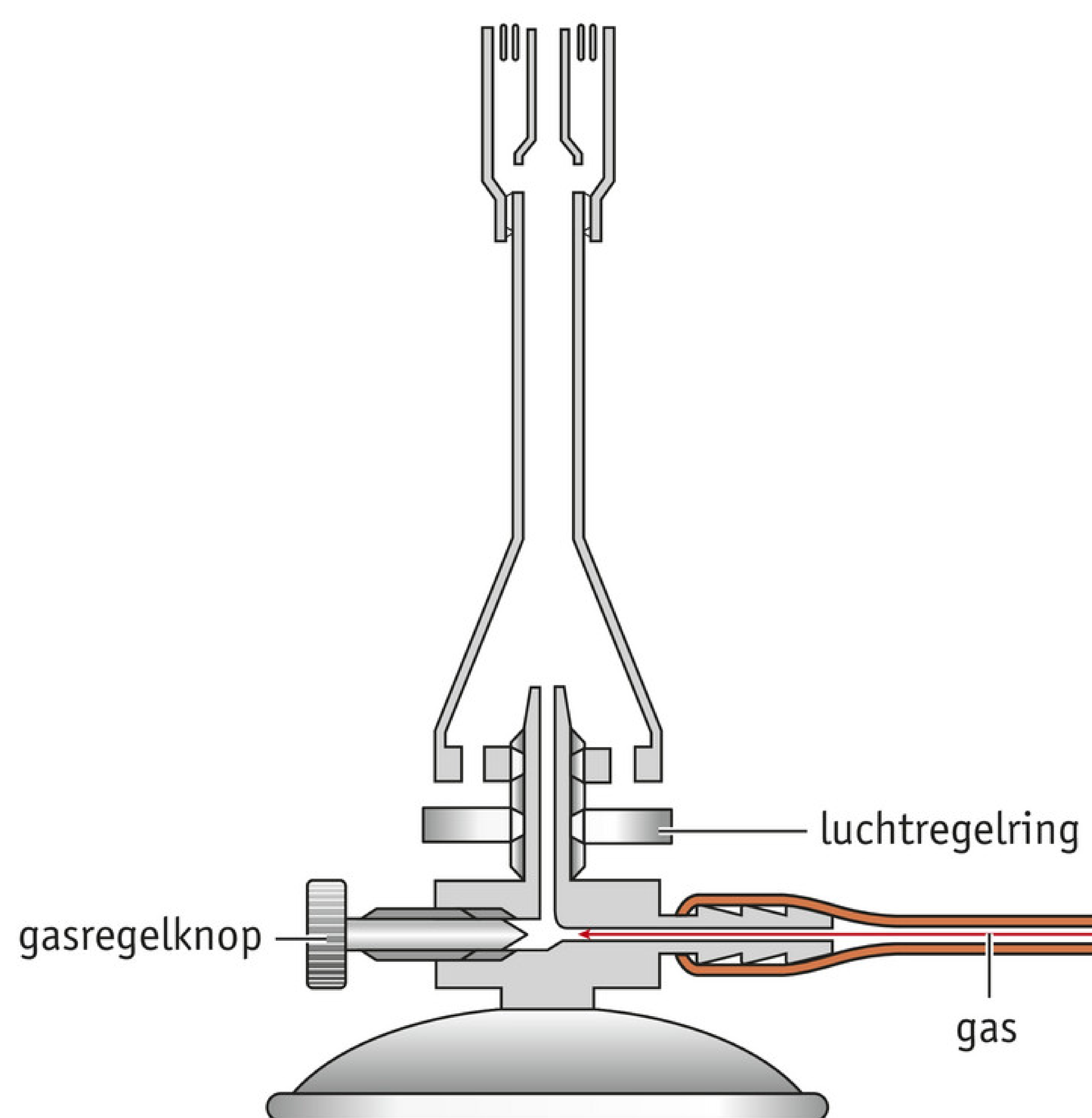
Nodig

- ☐ gasbrander
- ☐ gaasje
- ☐ houten reageerbuishouder
- ☐ lucifers/aansteker

Uitvoeren en uitwerken


Zie de vaardigheid *Werken met een brander*.

- Controleer of de gasregelknop en de luchtregelring van de gasbrander dichtzitten (figuur 4).
- Draai de gaskraan op je tafel open.
- Houd een brandende lucifer boven de brander en draai de gasregelknop een eindje open.



figuur 4 De gasbrander.

1 Welke kleur heeft de vlam van de brander?

....

- Draai de luchtregelring een klein eindje open.

2 Wat gebeurt er met de kleur van de vlam?

....

- Draai de luchtregelring nu een flink eind open.

3 Wat gebeurt er met de kleur van de vlam?

....

4 Wat hoor je?

....

- Houd het gaasje verticaal in de vlam (zie figuur 5).

5 Teken en kleur in figuur 5 wat je ziet.

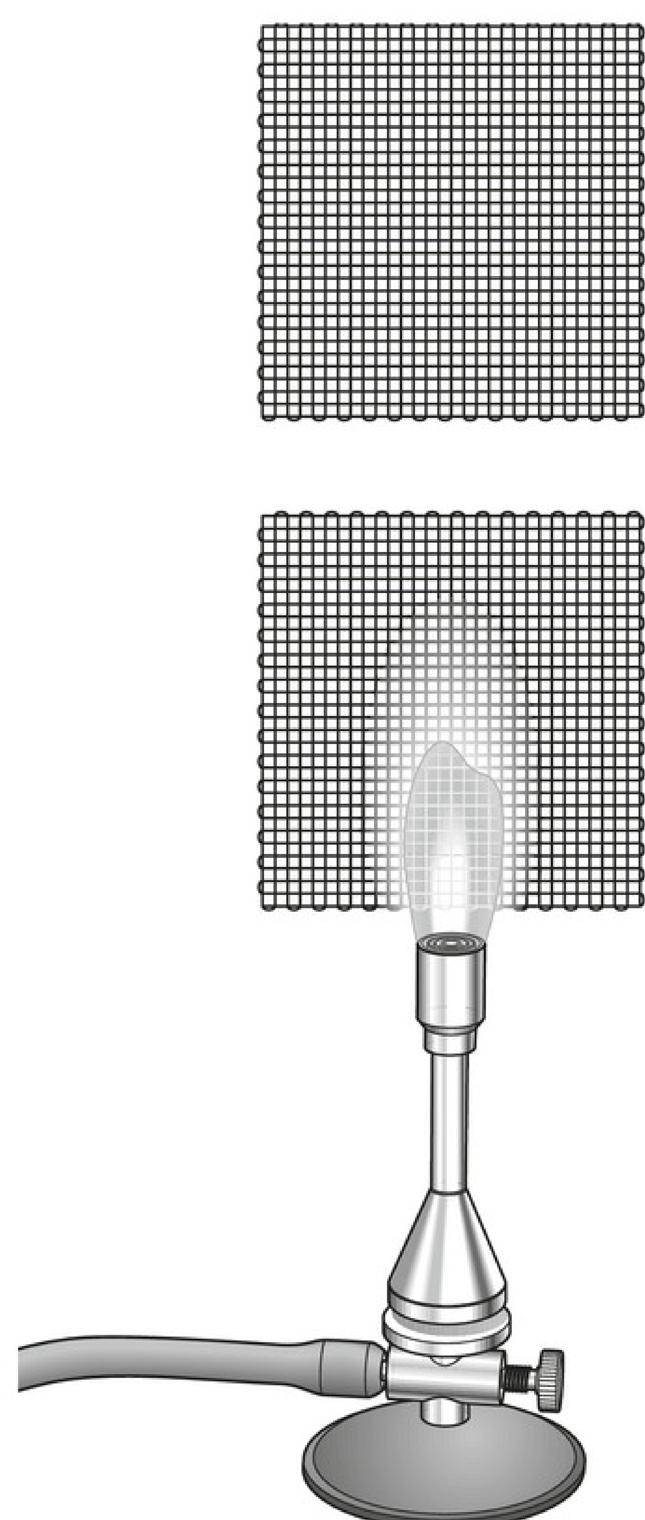
- Houd het gaasje horizontaal in de vlam (zie figuur 6):
  a eerst dertig seconden in de blauwe kern van de vlam;
  b daarna dertig seconden vlak boven de blauwe kern van de vlam;
  c ten slotte dertig seconden boven in de vlam.

6 Teken en kleur in figuur 6 wat je ziet.

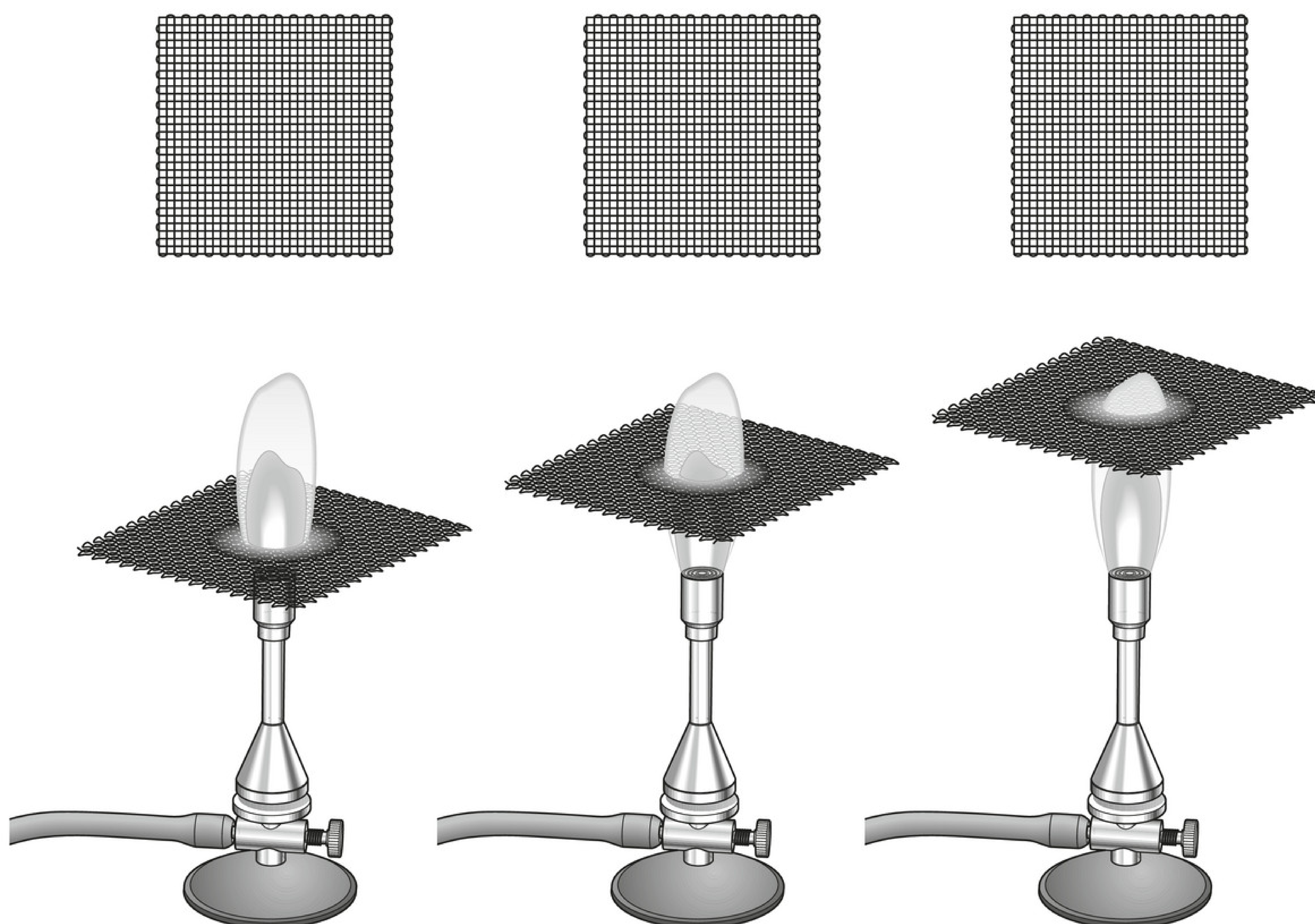
7 Op welke plaats is de vlam het heetst? Waaraan zie je dat?

....

- Draai de luchtregelring dicht.
- Draai de gaskraan op je tafel dicht.
- Draai de gasregelknop dicht.



figuur 5 Het gaasje verticaal in de vlam.



figuur 6 Het gaasje horizontaal in de vlam.

Leerstofoverzicht

1.1 EEN NIEUW VAK

ONTHOUD

- Wetenschap is het opdoen van kennis en het toepassen van die kennis in ons dagelijks leven.
- Biologie, natuurkunde en scheikunde zijn natuurwetenschappen:
  - biologie bestudeert de levende natuur;
  - natuurkunde bestudeert tijdelijke veranderingen in de niet-levende natuur;
  - scheikunde bestudeert blijvende veranderingen in de niet- levende natuur, waarbij stoffen veranderen in andere stoffen.
- De natuurkundige Röntgen ontdekte stralen die onzichtbaar zijn en die door sommige stoffen heengaan. Hij maakte de eerste röntgenfoto's van lichaamsdelen.

BEGRIPPEN

biologie
Schoolvak dat de levende natuur bestudeert.

natuurkunde
Schoolvak dat tijdelijke veranderingen in de niet-levende natuur bestudeert.

natuurwetenschap
Wetenschap die de natuur bestudeert.

röntgenfoto's
Foto's die worden gemaakt met behulp van röntgenstraling. Ze worden veel gebruikt om breuken in botten op te sporen.

scheikunde
Schoolvak dat blijvende veranderingen in de niet-levende natuur bestudeert.

wetenschap
Het opdoen van kennis en het toepassen van die kennis in het dagelijks leven.

1.2 ONDERZOEKEN

ONTHOUD

- Natuurkundig en scheikundig onderzoek gaat volgens de wetenschappelijke methode. Deze bestaat uit een aantal stappen:
  - onderzoeksvraag opstellen;
  - hypothese bedenken;
  - experiment bedenken;
  - experiment uitvoeren;
  - meetresultaten weergeven in een tabel en/of grafiek;
  - onderzoeksvraag beantwoorden.
- Een grootheid is een eigenschap die je kunt meten. Een meting bestaat uit een meetwaarde en een eenheid. Een eenheid is een maat waarin je iets uitdrukt.
- Voorbeelden van grootheden zijn lengte, tijd, massa en volume.
- De massa geeft de hoeveelheid stof aan in gram of kilogram. Het volume geeft de hoeveelheid ruimte aan die een voorwerp of een hoeveelheid stof inneemt.
- Met een indicator kun je onderzoeken of een bepaalde stof wel of niet aanwezig is. De indicator verandert van kleur onder invloed van die andere stof.

BEGRIPPEN

eenheid
Maat waarin je iets uitdrukt.

grootheid
Eigenschap die je kunt meten.

hypothese
Voorlopig antwoord; de uitkomst die je vooraf voorspelt.

indicator
Stof waarmee je de aanwezigheid van een andere stof kunt aantonen.
meetinstrument
Gereedschap om te meten.
meetwaarde
Getal dat bij de meting wordt bepaald.
onderzoeksvraag
Wat je wilt ontdekken tijdens het onderzoek.
wetenschappelijke methode
Het doen van onderzoek volgens een aantal vaste stappen.
zintuig
Onderdeel van je lichaam waarmee je kunt waarnemen.

1.3 PRACTICUM

ONTHOUD

- Practicum is het uitvoeren van experimenten, waarbij je practicummateriaal gebruikt.
- Je moet altijd voorzichtig experimenteren. Je moet je daarom houden aan de veiligheidsregels.
- Bij het uitvoeren van een experiment moet je waarnemen en meten met behulp van meetinstrumenten.
- Een analoog meetinstrument geeft de meetwaarde aan met een wijzer op een schaalverdeling. De schaalverdeling op een analoog meetinstrument bestaat uit streepjes op regelmatige afstand van elkaar met daarbij een reeks getallen waarmee je een meetwaarde kunt aflezen.
- Een digitaal meetinstrument geeft de meetwaarde aan met cijfers op een scherm.
- Bij natuur- en scheikunde gebruik je de brander om stoffen te verwarmen.
- Met de brander kun je drie soorten vlammen maken:
  - De geeloranje pauzevlam gebruik je als je de brander even niet nodig hebt. Deze vlam is het minst heet. Je mag hiermee nooit een bekerglas of reageerbuis verwarmen, omdat er roet bij ontstaat.
  - De stille blauwe vlam gebruik je als je een kleine hoeveelheid vloeistof moet verwarmen of als je iets warm moet houden. Deze vlam is heet.
  - De ruisende blauwe vlam is zeer heet. Deze vlam is voor een groot deel onzichtbaar, want je ziet alleen maar de blauwe kegel oftewel kern. Je gebruikt deze vlam om een grote hoeveelheid vloeistof te verwarmen.

BEGRIPPEN

analoog (meetinstrument)
Meetinstrument met wijzers en een schaalverdeling.
digitaal (meetinstrument)
Meetinstrument met cijfers op een scherm.
gasregelknop
Onderdeel van de brander waarmee je meer of minder gas in de brander kunt laten.
luchtregelring
Onderdeel van de brander waarmee je meer of minder lucht bij het gas kunt laten.
pauzevlam
Geeloranje vlam van de brander.
practicum
Het uitvoeren van experimenten bij natuurkunde en scheikunde.
ruisende blauwe vlam
Heetste blauwe vlam van de brander die geluid maakt.
schaalverdeling
Streepjes op regelmatige afstand van elkaar met daarbij een reeks getallen waarmee je een meetwaarde kunt aflezen.
schoorsteen
Buis die boven op de luchtregelring van een brander staat, waarin lucht en gas gemengd worden.
stille blauwe vlam
Geluidloze blauwe vlam van de brander.
veiligheidsregels
Regels waar je je tijdens practicum aan moet houden.


Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

2 Stoffen

WERKEN MET STOFFEN

Stoffen gebruik je elke dag: je doet suiker in je thee, wast je haar met shampoo, spoelt je glas om met water, spuit deodorant op je huid, wast je ramen met ammonia, spiritus of azijn. Om met stoffen te kunnen werken, moet je hun eigenschappen kennen.



1 Stoffen in huis

LEERDOELEN

2.1.1 Je kunt vier stofeigenschappen noemen die gebruikt worden om stoffen te herkennen.
2.1.2 Je kunt stoffen herkennen aan hun stofeigenschappen.
2.1.3 Je kunt uitleggen in welke gevallen een stof gevaarlijk kan zijn.
EXTRA 2.1.4 Je kunt de betekenis van gevarensymbolen beschrijven.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	2.1.1	2.1.2	2.1.3	2.1.4
Onthouden	1ab	2abcd		
Begrijpen		3abcd, 4abc, 7a	4d	8ab
Toepassen		5ab	6abc	9abcd, 10abc
Analyseren		7b		

Overal in huis vind je flessen, potjes en buisjes met stoffen. Kijk maar eens rond in de keuken, in de badkamer, in de garage, in het medicijnkastje enzovoort. Je komt er stoffen tegen zoals keukenzout, suiker, azijn, spiritus, tandpasta, wasbenzine, motorolie, aspirine, afwasmiddel en ga zo maar door (figuur 1).



figuur 1 Enkele stoffen die je thuis kunt tegenkomen.

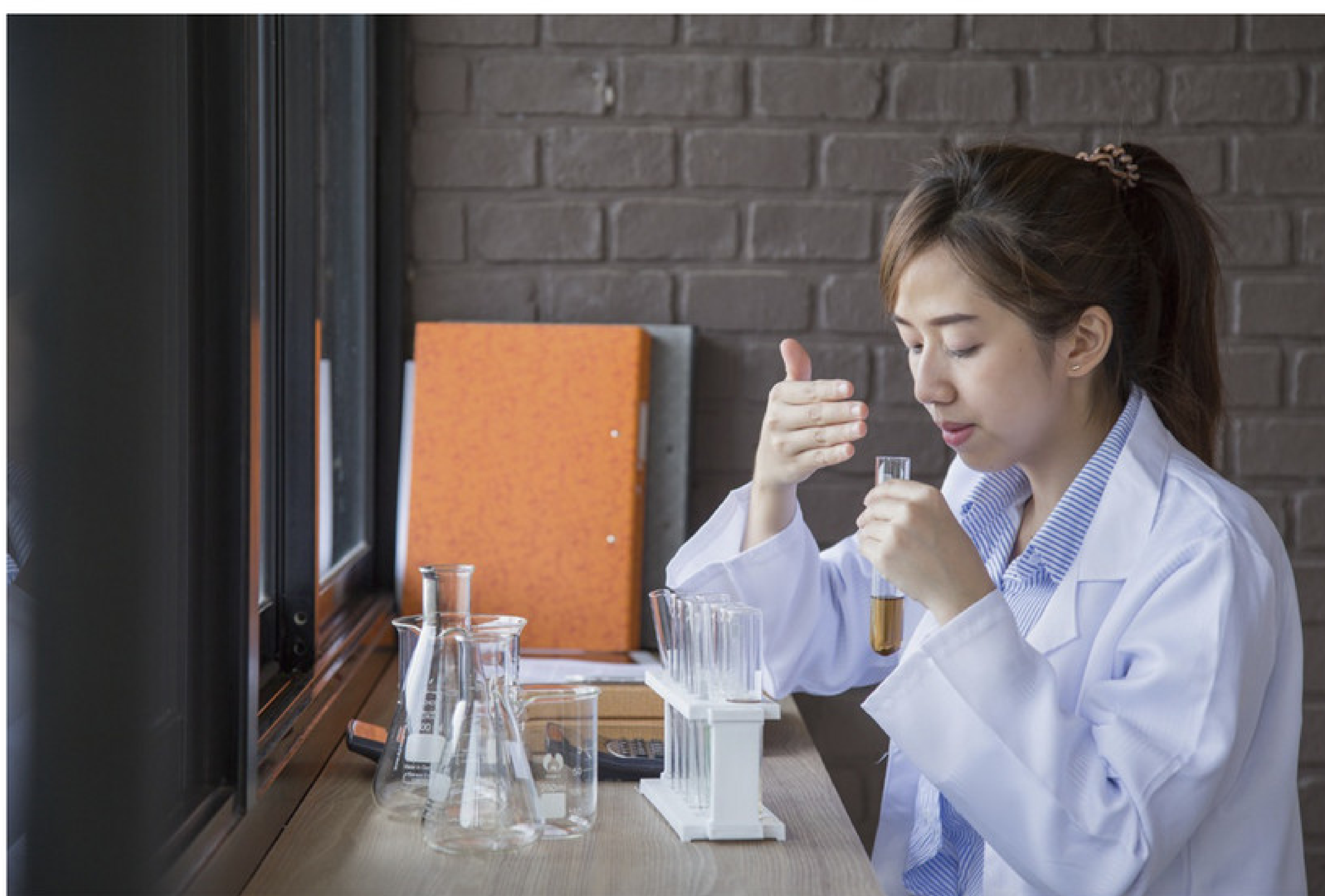
STOFFEN HERKENNEN

Als je rondkijkt in het lokaal voor natuur- en scheikunde, zie je ook flessen en potjes met stoffen. Sommige van die stoffen ken je van thuis, andere stoffen kom je alleen op school tegen.

Er zijn stoffen die erg veel op elkaar lijken. Het is dan niet meteen duidelijk met welke stof je te maken hebt. Water, wasbenzine en alcohol zien er bijvoorbeeld precies hetzelfde uit. Het zijn alle drie heldere, kleurloze vloeistoffen.

Soms helpt het om aan de stoffen te ruiken. Veel stoffen hebben een kenmerkende geur waaraan je ze meteen herkent. Denk aan de geur van alcohol of de geur van chloorgas dat je in een zwembad ruikt.

Sommige stoffen kunnen de slijmvliezen van je neus en longen irriteren. Ruik dus heel voorzichtig: haal de dop van de fles, wuif met je hand boven de hals heen en weer en snuif een beetje van de damp op (figuur 2). Zo voorkom je dat je te veel van een irriterende stof binnenkrijgt.



figuur 2 Zo kun je veilig aan een vloeistof ruiken.

STOFFEN ONDERSCHEIDEN

PROEF 1

Eigenschappen waaraan je stoffen kunt herkennen, noem je **stofeigenschappen**. Je kunt deze eigenschappen gebruiken om stoffen van elkaar te onderscheiden. Voorbeelden van stofeigenschappen zijn:

- geur: alcohol heeft een andere geur dan benzine;
- kleur: koper is rood-oranje, goud is geel, lood is grijs;
- smaak: suiker smaakt zoet, keukenzout smaakt zout;
- **brandbaarheid**: benzine is brandbaar, water niet.

STOFFEN EN VEILIGHEID

Sommige stoffen die in het huishouden gebruikt worden, kunnen gevaarlijk zijn. Dat geldt bijvoorbeeld voor spiritus, bleekwater, wasbenzine, ammonia en allerlei medicijnen. Ammonia is een schoonmaakmiddel waarmee je uitstekend vet en vuil kunt verwijderen. Het heeft echter een zeer sterke geur. Als je ammonia inademt, kunnen de slijmvliezen van je neus en longen beschadigd raken.

Een stof kan op verschillende manieren gevaarlijk zijn:

- als je de stof inademt;
- als je de stof inslikt;
- als je de stof op je kleren, op je huid of in je ogen krijgt;
- als je er met vuur bij komt;
- als je de stof met een andere stof mengt.

Stoffen die tijdens de natuur- en scheikundeles worden gebruikt, zijn vaak schadelijk voor je gezondheid. Sommige van deze stoffen zijn zelfs giftig. Daarom mag je tijdens practicumlessen nooit stoffen proeven. Flessen met gevaarlijke stoffen hebben vaak kindveilige doppen. Zo'n dop moet je eerst stevig indrukken voordat je de fles kunt openen.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA ETIKETTEN

Met gevaarlijke stoffen moet je oppassen. Daarom is de fabrikant verplicht om een waarschuwing op het etiket te zetten (figuur 3).

Behalve een waarschuwing in woorden moet er ook een speciaal plaatje op het etiket staan. Dan kun je in één oogopslag zien voor welk gevaar je moet oppassen. Zo'n waarschuwend plaatje wordt een gevarensymbool genoemd. In figuur 4 zie je zes voorbeelden.

Gevaar
Gevaarlijke bestanddelen: natriumhypochloriet. Gevarenaanduidingen (CLP): H315 – Veroorzaakt huidirritatie | **H319** – Veroorzaakt ernstige oogirritatie | **H412** Schadelijk voor in het water levende organismen, met langdurige gevolgen. Veiligheidsaanbevelingen (CLP): **P102** – Buiten het bereik van kinderen houden | **P280** – beschermende handschoenen, oogbescherming, beschermende kleding dragen | **P302+P352** – BIJ CONTACT MET DE HUID: met veel water en zeep wassen | **P305+P351+P338** – BIJ CONTACT MET DE OGEN: voorzichtig afspoelen met water gedurende een aantal minuten; contactlenzen verwijderen, indien mogelijk; blijven spoelen | **P332+P313** – Bij huidirritatie: een arts raadplegen, **P337+P313** – Bij aanhoudende oogirritatie: een arts raadplegen | **P501** – inhoud/verpakking afvoeren volgens de lokale regelgeving. EUH**206** – Let op! Niet in combinatie met andere producten gebruiken. Er kunnen gevaarlijke gassen (chloor) vrijkomen.

Ingrediënten	%
Anionogene oppervlakte-actieve stoffen	<5%
Natriumhypochloriet	<5%

figuur 3 Het etiket op een fles gootsteenontstopper.

gevarensymbool	betekenis + uitleg
	corrosief kan materialen, ogen en huid ernstig aantasten
	explosief kan door een vonk of schok ontploffen
	ontvlambaar kan heel gemakkelijk in brand vliegen
	brandbevorderend kan brandbare stoffen heviger laten branden
	giftig kan je ernstig ziek maken / dodelijk zijn
	schadelijk is schadelijk, kan ogen en huid irriteren

figuur 4 Zes gevarensymbolen en hun betekenis.

Kijk dus goed op het etiket als je met een stof aan het werk gaat. Dan weet je welke eigenschappen van de stof gevaar kunnen opleveren. Als dat nodig is, kun je voorzorgsmaatregelen nemen.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Een stofeigenschap is een eigenschap waaraan je een stof kunt ....

b Voorbeelden van stofeigenschappen zijn: ....

....

2 Noteer een kenmerkende eigenschap van:

a koper.
b spiritus.
c keukenzout.
d benzine.

TOEPASSING

3 Noteer een kenmerkende eigenschap van:

a citroensap.
b lood.
c chocola.
d bleekwater.

4 Benzine en wasbenzine worden voor verschillende doeleinden gebruikt.

a Welke stofeigenschap maakt benzine geschikt voor gebruik in automotoren?
b Een fietsenmaker gebruikt wasbenzine om zijn handen schoon te maken als hij bijvoorbeeld een ketting heeft verwisseld.
Waarom is wasbenzine geschikt om er je handen mee schoon te maken?
c Welke gevaren brengt het gebruik van wasbenzine met zich mee?
d Welke veiligheidsmaatregel moet je nemen als je een vetvlek verwijdert met wasbenzine?

5 Carlo heeft in zijn schuur een fles met mineraalwater, een fles met alcohol en een fles met wasbenzine. Na verloop van tijd zijn de etiketten op de flessen onleesbaar geworden. Bovendien zien de drie flessen er precies hetzelfde uit.

a Hoe kan hij erachter komen welke stof in welke fles zit?
b Aan welke stofeigenschap kan hij deze stoffen dus herkennen?

6 Als je met gevaarlijke stoffen werkt, geldt de regel: voorkomen is beter dan genezen. Een rokende automobilist doet daarom eerst zijn sigaret uit, voor hij benzine gaat tanken.
Kies passende veiligheidsmaatregelen (meerdere mogelijkheden) voor iemand:

a die een verstopte afvoer openmaakt met gootsteenontstopper (kan materialen, ogen en huid ernstig aantasten).
☐ A beschermende kleding dragen
☐ B buiten gaan werken
☐ C de ruimte goed ventileren
☐ D een ademmasker dragen
☐ E een veiligheidsbril dragen
☐ F handschoenen aandoen
☐ G vuur in de buurt uitdoen

b die een deur voor het schilderen reinigt met een sterk verdunde ammoniakoplossing (irriterend voor de ogen, de huid en slijmvliezen van neus en longen).
- ☐ A beschermende kleding dragen
- ☐ B buiten gaan werken
- ☐ C de ruimte goed ventileren
- ☐ D een ademmasker dragen
- ☐ E een veiligheidsbril dragen
- ☐ F handschoenen aandoen
- ☐ G vuur in de buurt uitdoen

c die vetvlekken uit een broek haalt met wasbenzine (kan heel gemakkelijk in brand vliegen).
- ☐ A beschermende kleding dragen
- ☐ B buiten gaan werken
- ☐ C de ruimte goed ventileren
- ☐ D een ademmasker dragen
- ☐ E een veiligheidsbril dragen
- ☐ F handschoenen aandoen
- ☐ G vuur in de buurt uitdoen

★ 7 Een scooter bestaat uit een groot aantal onderdelen (figuur 5).

a Schrijf van drie onderdelen op van welke stof ze gemaakt zijn.

b Leg voor elk onderdeel uit waarom voor deze stof is gekozen. Denk daarbij aan de stofeigenschappen.



figuur 5 Een scooter.



Test je kennis met de *Test jezelf*.

EXTRA ETIKETTEN

8 In figuur 6 zie je het gevarensymbool dat op een fles schoonmaakmiddel staat.

a Hoe ziet dit gevarensymbool eruit?

b Waarvoor waarschuwt het gevarensymbool?



figuur 6 Het etiket op een fles schoonmaakmiddel.

9 Welk gevarensymbool hoort er te staan:

a op een fles ammonia?

b op een fles wasbenzine?

c op een fles insectenverdelger?

d op een fles campinggas?

10 Hieronder staan drie gevaarzinnen.

1 De stof en/of zijn damp zijn ontvlambaar (kunnen gemakkelijk in brand vliegen).
2 De stof kan al in kleine hoeveelheden de dood tot gevolg hebben bij inslikken, inademen of door huidcontact.
3 De stof is schadelijk bij inslikken, inademen of huidcontact. Hij kan blijvend letsel aan organen (nieren, lever, hersenen, longen) veroorzaken.

Teken het gevarensymbool dat hoort bij:

a gevaarzin 1.

b gevaarzin 2.

c gevaarzin 3.

2 Zuivere stoffen en mengsels

LEERDOELEN

2.2.1 Je kunt het verschil noemen tussen zuivere stoffen en mengsels.
2.2.2 Je kunt oplossingen en suspensies onderscheiden.
2.2.3 Je kunt beschrijven hoe je stoffen kunt scheiden door middel van extraheren of filtreren.
EXTRA 2.2.4 Je kunt de werking van alcohol als oplosmiddel uitleggen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN			
	2.2.1	2.2.2	2.2.3	2.2.4
Onthouden	1ef	1bcd	1a, 2abcde	
Begrijpen		3abcd, 4abc, 5b	5c, 6abcd	10a, 11ab
Toepassen			5ad, 7, 8	10bc, 11c
Analyseren			9	

Water uit de kraan bestaat uit veel meer stoffen dan alleen water. Door stoffen te combineren, verandert de smaak van het water. Daarom kun je in de supermarkt ook kiezen uit meerdere soorten mineraalwater, die allemaal net iets anders smaken.

MENGSELS EN ZUIVERE STOFFEN

In figuur 1 zijn de ingrediënten op het etiket van een fles ice tea afgebeeld. Daarop kun je zien uit welke stoffen de ice tea bestaat. Water is het hoofdbestanddeel, zoals in alle frisdranken, en staat daarom voorop. De ice tea bestaat verder uit zoetstoffen, zuren en geur- en smaakstoffen. Ook zit er een conserveermiddel in dat de ice tea langer houdbaar maakt. Al deze stoffen staan afzonderlijk op het etiket.

Koolzuurvrije frisdrank met groene thee-extract.

Ingrediënten: water, invertsuiker, fructose, groene thee-extract, voedingszuur: citroenzuur, aroma zuurteregelaar: natriumcitraat, antioxidant: ascorbinezuur. IJskoud serveren.
Na openen beperkt houdbaar en bewaren in de koelkast.
Ten minste houdbaar tot einde: zie boven.
INH. 1,5L e

figuur 1 De ingrediënten van ice tea.

De meeste stoffen die je thuis tegenkomt, zijn **mengsels**. Dat zie je meteen als je op de verpakking van een voedingsmiddel of een medicijn kijkt. Daarop staat een lijst met de verschillende stoffen die in het product zitten: de ingrediënten. Soms zijn de ingrediënten zelf ook weer mengsels.

Stoffen die geen mengsel zijn, worden **zuivere stoffen** genoemd. Een voorbeeld van zo'n zuivere stof is kristalsuiker. In een pak suiker zit alleen maar suiker; er zitten geen andere stoffen doorheen. Ook keukenzout waar geen jodium aan is toegevoegd, is een zuivere stof (figuur 2).

figuur 2 In de supermarkt zijn twee soorten keukenzout te koop: met en zonder toegevoegd jodium.



OPLOSSINGEN

Als je suiker in een glas heet water doet en even roert, zie je dat de suikerkorreltjes verdwijnen. Je zegt dat de suiker oplost in het water. Het mengsel dat je zo krijgt, wordt een **oplossing** genoemd. Water is hierbij het oplosmiddel, suiker de opgeloste stof. Dat de suiker niet echt verdwenen is, merk je als je het water proeft: dat smaakt nu zoet.

Veel van de stoffen die je thuis vindt, zijn oplossingen. Voorbeelden zijn thee, sportdranken, frisdranken, parfums en shampoo (figuur 3).



figuur 3 Al deze producten zijn oplossingen.

OPLOSSINGEN HERKENNEN

PROEF 2

Oplossingen zijn helder: je kunt erdoorheen kijken zolang de laag vloeistof niet te dik is. Sommige oplossingen zijn kleurloos, zoals water, andere hebben een kleur, zoals thee en cola. Een oplossing blijft ook altijd perfect gemengd. Dat zie je als je een fles frisdrank een hele tijd bewaart: de frisdrank is na een jaar nog even goed gemengd als op de dag dat je hem kocht.

Als een mengsel troebel (ondoorzichtig) is en na verloop van tijd ontmengt, is het geen oplossing. Verf bijvoorbeeld is een **suspensie**: een vloeistof waarin een fijn verdeeld poeder zweeft. Omdat verf ontmengt – het poeder zakt na verloop van tijd naar de bodem van het blik – moet je verf roeren voor gebruik (figuur 4). Als er op een stof ‘schudden voor gebruik’ of ‘roeren voor gebruik’ staat, is het waarschijnlijk een suspensie.



figuur 4 Een suspensie zoals verf moet je roeren voor gebruik.

Op een fles mineraalwater kan staan dat er ‘zuiver mineraalwater’ in de fles zit. Toch is mineraalwater scheikundig gezien geen zuivere stof. Er zitten allerlei opgeloste stoffen in het water, zoals je ook op het etiket kunt zien. Het woord ‘zuiver’ betekent in dit geval dat het water niet verontreinigd is met gevaarlijke stoffen of bacteriën. Je kunt het zonder gevaar voor je gezondheid drinken.

EXTRAHEREN EN FILTREREN

PROEF 3

Als je water bij gemalen koffie doet (figuur 5), lossen de geur-, kleur- en smaakstoffen in de gemalen koffie op in het water. Met heet water werkt dit beter dan met koud water. Je gebruikt het hete water dus om de geur-, kleur- en smaakstoffen uit de gemalen koffie te halen. Dit wordt **extraheren** (letterlijk: eruit trekken) genoemd. Je extraheert de geur-, kleur- en smaakstoffen met heet water als oplosmiddel.



figuur 5 Koffie filtreren.

Om het koffiedik (de 'koffieprut') te verwijderen, gebruik je een filter. In zo'n filter zitten heel kleine openingen. De koffie stroomt daar gemakkelijk doorheen, maar het koffiedik niet. Dat bestaat uit korrels die veel te groot zijn voor de openingen in het filter. De koffie komt dus in de koffiepot terecht, terwijl het koffiedik in het filter achterblijft. Dit wordt **filtreren** (letterlijk: door een filter halen) genoemd. Je noemt koffie het **filtraat** en het koffiedik het **residu**.

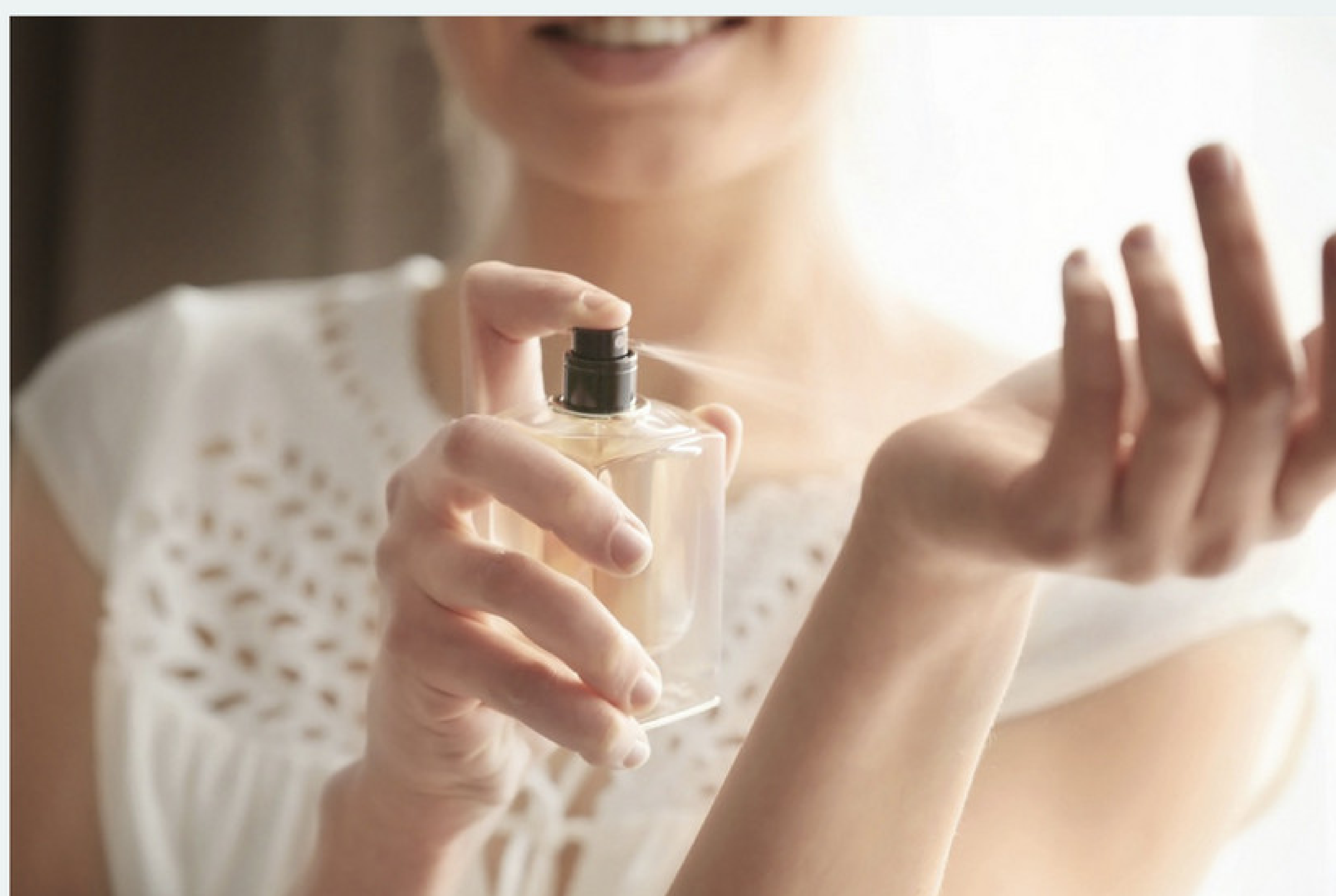


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA ALCOHOL ALS OPLOSMIDDEL

Er zijn stoffen die niet in water oplossen, zoals vetten en oliën. Voor deze stoffen heb je een ander oplosmiddel nodig, zoals alcohol of wasbenzine. Je kunt alcohol bijvoorbeeld gebruiken om voorwerpen vetvrij te maken. Het vet op het voorwerp lost op in de alcohol, waarna je de alcohol kunt opvegen met een doek.

Alcohol wordt in allerlei producten als oplosmiddel gebruikt (figuur 6). Voorbeelden zijn parfums, deodorant en bepaalde soorten inkt en lak. Sommige stiften hebben inkt 'op alcoholbasis'. Als je met zo'n stift schrijft of tekent, verdampt de alcohol en blijven de kleurstoffen achter. Je kunt de alcohol dan goed ruiken.



figuur 6 Veel parfums bestaan uit geurstoffen die zijn opgelost in alcohol.

LEERSTOF

1 Zijn de volgende uitspraken waar of onwaar?

- **a** Als je koffiezet, gebruik je water als oplosmiddel. *waar / onwaar*
- **b** Oplossingen zijn altijd kleurloos (net zoals water). *waar / onwaar*
- **c** Een suspensie blijft op den duur niet perfect gemengd. *waar / onwaar*
- **d** Een suspensie is helder: je kunt erdoorheen kijken. *waar / onwaar*
- **e** Suspensies en oplossingen zijn geen zuivere stoffen. *waar / onwaar*
- **f** De meeste stoffen in het dagelijks leven zijn mengsels. *waar / onwaar*

2 Vul in.

a In gemalen koffiebonen zitten allerlei verschillende geur-, kleur-

en ....

b Deze stoffen lossen op als je .... over gemalen koffie giet.

c De stoffen die niet in water oplossen, blijven achter in het ....

d De vers gezette koffie in de koffiepot noem je het ....

e De koffieprut in het filter noem je het ....

TOEPASSING

3 Geef van elke stof aan of het volgens jou een oplossing of een suspensie is en waarom.

a Thee met suiker is een *oplossing* / *suspensie*, want het is *troebel* / *helder* en blijft *wel* / *niet* goed gemengd.

b Sinaasappelsap is een *oplossing* / *suspensie*. Het blijft *wel* / *niet* goed gemengd, want de sliertjes vruchtvlees zakken *wel* / *niet* naar de bodem.

c Een energiedrank zoals Red Bull is een *oplossing* / *suspensie*, want het is *troebel* / *helder* en blijft *wel* / *niet* goed gemengd.

d Karnemelk is een *oplossing* / *suspensie*, want het is *troebel* / *helder* en blijft *wel* / *niet* goed gemengd.

4 Charlotte doet een schepje wit poeder in een reageerbuis. Ze voegt zuiver water toe en schudt. In figuur 7 zie je hoe de inhoud van de reageerbuis eruitziet: meteen na het schudden (links) en een uur later (rechts).

a Waaraan zie je dat het witte poeder niet is opgelost?

b Welk soort mengsel is er na het schudden ontstaan?
een oplossing / *een suspensie* / *een zuivere stof* / *een opgeloste stof*

c Wat is er na een uur met het witte poeder gebeurd?



figuur 7 De proef van Charlotte.

★ 5 Vervolg van opdracht 4.
Charlotte doet de proef nog eens, maar met één verschil: ze mengt nu van tevoren een schep keukenzout door het witte poeder.

a Wat gebeurt er met het zout bij haar proef?

b Wat gebeurt er met het witte poeder?

c Charlotte haalt de reageerbuis na een uur uit het rekje. Ze schudt het buisje goed en giet de inhoud in een filter. Welke stof blijft dan als residu in het filter achter?

d Uit welke twee stoffen bestaat het filtraat?

6 Met een theezakje kun je snel een kop thee zetten (figuur 8).
Wat is in deze situatie:
- **a** het oplosmiddel?
- **b** het filter?
- **c** het filtraat?
- **d** het residu?



figuur 8 Theezetten = extraheren + filtreren.

7 Waarom wordt bij het zetten van koffie en thee geen koud water, maar heet water gebruikt? Geef twee redenen.

8 In frisdrank zit veel suiker. Kun je deze suiker uit de frisdrank halen met behulp van een filter? Leg uit waarom wel/niet.

9 Hajar heeft een potje met wat zand en zout. Met water en een filter wil ze het zand eruit halen. Ze weet namelijk dat zout oplost in water en zand niet. Leg uit hoe ze dit kan doen.

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

EXTRA ALCOHOL ALS OPLOSMIDDEL

10 Wodka is een drank met een hoog percentage alcohol. Op een site met tips voor het huishouden staat: “Je kunt vetvlekken uit textiel verwijderen door te deppen met een sterkedrank, zoals wodka.”
- **a** Leg uit waardoor de vlekken wel verdwijnen als je met wodka dept en niet als je gewoon schoon water gebruikt.
- **b** Waarom is het belangrijk dat je niet over de vlek wrijft, maar deze dept?
- **c** Waarom zullen de meeste mensen wasbenzine gebruiken om een vlek te verwijderen, in plaats van wodka?

11 Als je heel kleine stukjes sinaasappelschil een tijdje in warme alcohol legt, krijgt de alcohol een oranje kleur.
- **a** Leg uit hoe het komt dat de alcohol oranje kleurt.
- **b** Op een gegeven moment verandert de kleur van de alcohol niet meer. Hoe kun je de stukjes schil dan uit het mengsel verwijderen?
- **c** Als je een bekerglas met de oranje gekleurde alcohol een paar dagen in een zuurkast laat staan, verdampt de alcohol. Wat blijft er dan in het bekerglaasje achter?

3 Massa en volume

LEERDOELEN

2.3.1 Je kunt de massa van een hoeveelheid stof bepalen.
2.3.2 Je kunt het volume van een hoeveelheid vloeistof bepalen.
2.3.3 Je kunt het volume van een rechthoekig voorwerp berekenen.
2.3.4 Je kunt het volume van een voorwerp met een onregelmatige vorm bepalen.
EXTRA 2.3.5 Je kunt rekenen met oude lengte-eenheden.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	2.3.1	2.3.2	2.3.3	2.3.4	2.3.5
Onthouden	1af	1beg	1c	1d, 2, 3	13ab
Begrijpen	5	6a			
Toepassen		4, 6bc, 9a	7ab	8, 9b, 10, 11	14, 15a
Analyseren			12		15b

Het gebeurt regelmatig dat je een bepaalde hoeveelheid van een stof nodig hebt: niet meer, niet minder. In recepten staat bijvoorbeeld aangegeven hoeveel je van elk ingrediënt moet gebruiken (figuur 1). En bij medicijnen is het heel belangrijk dat ze de juiste hoeveelheid werkzame stof bevatten.



figuur 1 De ingrediënten voor een flinke stapel pannenkoeken.

EEN HOEVEELHEID STOF AFMETEN

Er zijn verschillende manieren om stoffen af te meten. Dat merk je als je in de keuken aan het werk gaat. Voor vaste stoffen, zoals meel en suiker, is een weegschaal handig. Vloeistoffen, zoals water en melk, worden vaak afgemeten met een maatbeker. Bij de vakken natuur- en scheikunde gebruik je vergelijkbare meetinstrumenten.

MASSA

Met een weegschaal kun je de **massa** van een voorwerp of een hoeveelheid stof bepalen (figuur 2). Voorwerpen met een grote massa zijn zwaar; voorwerpen met een kleine massa zijn licht. Je meet de massa in gram (g) of in kilogram (kg). 1 kg = 1000 g.



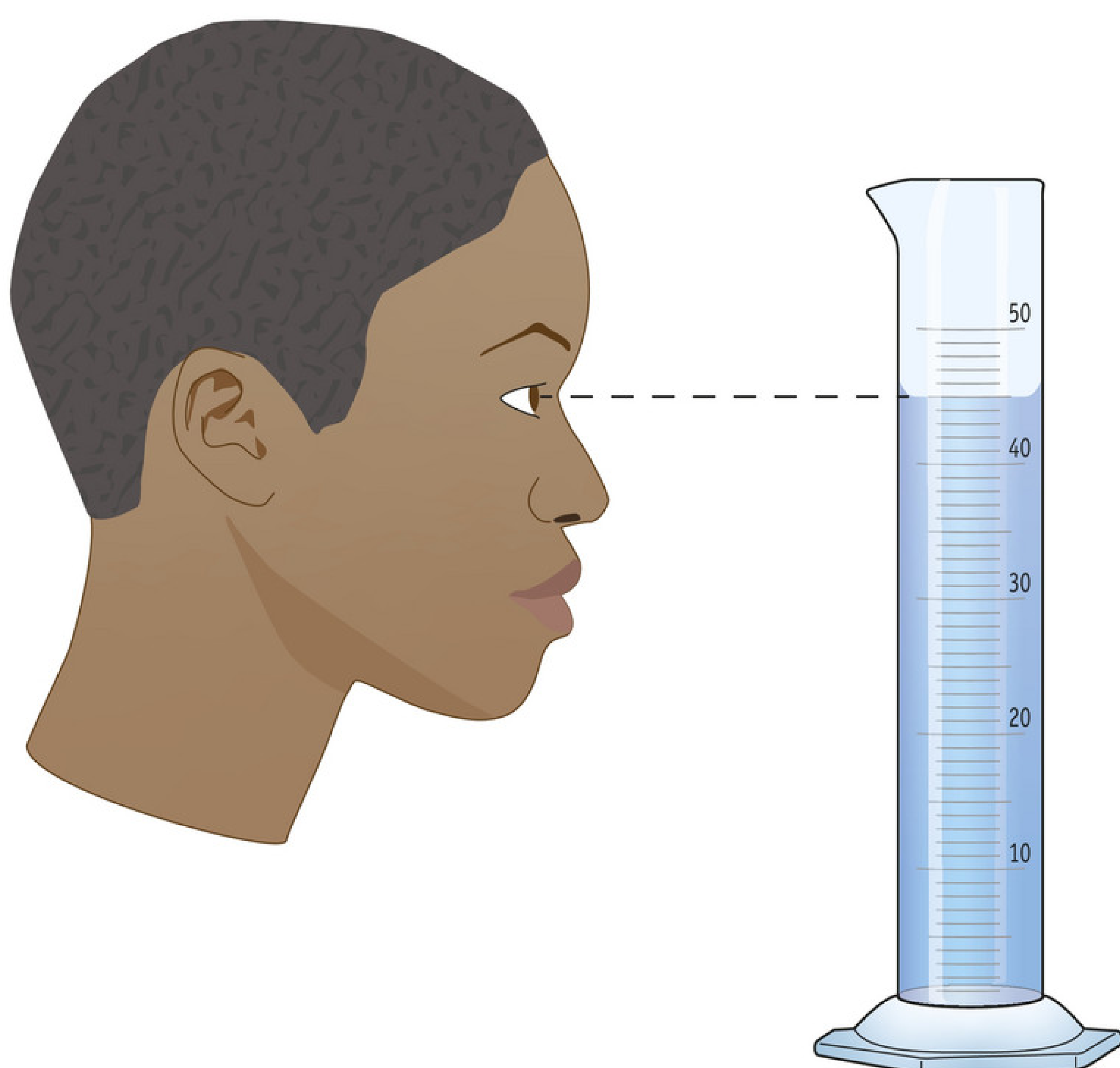
figuur 2 Werken met een weegschaal.

Bij het vak natuur- en scheikunde zijn 'massa' en 'gewicht' twee verschillende dingen. In de derde klas leer je wat precies het verschil is. Voor nu is het voldoende als je onthoudt dat de massa van een voorwerp iets zegt over de hoeveelheid stof en dat massa wordt uitgedrukt in kilogram.

HET VOLUME VAN VLOEISTOFFEN

PROEF 4

Met een maatcilinder kun je het **volume** van een hoeveelheid vloeistof bepalen. Het volume is de ruimte die de vloeistof inneemt. In figuur 3 zie je hoe je een maatcilinder moet aflezen. Je meet het volume in liter (L) of milliliter (mL). 1 L = 1000 mL.



figuur 3 Zo lees je een maatcilinder af: kijk naar het vlakke deel van de vloeistofspiegel.

De eenheid liter wordt alleen voor vloeistoffen gebruikt. In andere gevallen gebruik je dm^3. Toch betekenen de aanduidingen liter en dm^3 precies hetzelfde:
- 1 liter is hetzelfde als 1 dm^3: de ruimte die een kubus met ribben van 1 dm inneemt.
- 1 milliliter is hetzelfde als 1 cm^3: de ruimte die een kubus met ribben van 1 cm inneemt (figuur 4).



figuur 4 1 dm^3 = 1000 cm^3

HET VOLUME VAN RECHTHOEKIGE VOORWERPEN

Voorwerpen nemen een bepaalde ruimte in. Anders gezegd: ze hebben een bepaald volume.

Van rechthoekige voorwerpen kun je het volume berekenen. Dat doe je als volgt:
1 Meet de lengte van drie verschillende zijden.
2 Gebruik de formule om het volume te berekenen.

volume = lengte × breedte × hoogte

Met daarin:
- het volume in kubieke centimeter (cm^3);
- lengte, breedte en hoogte in centimeter (cm).

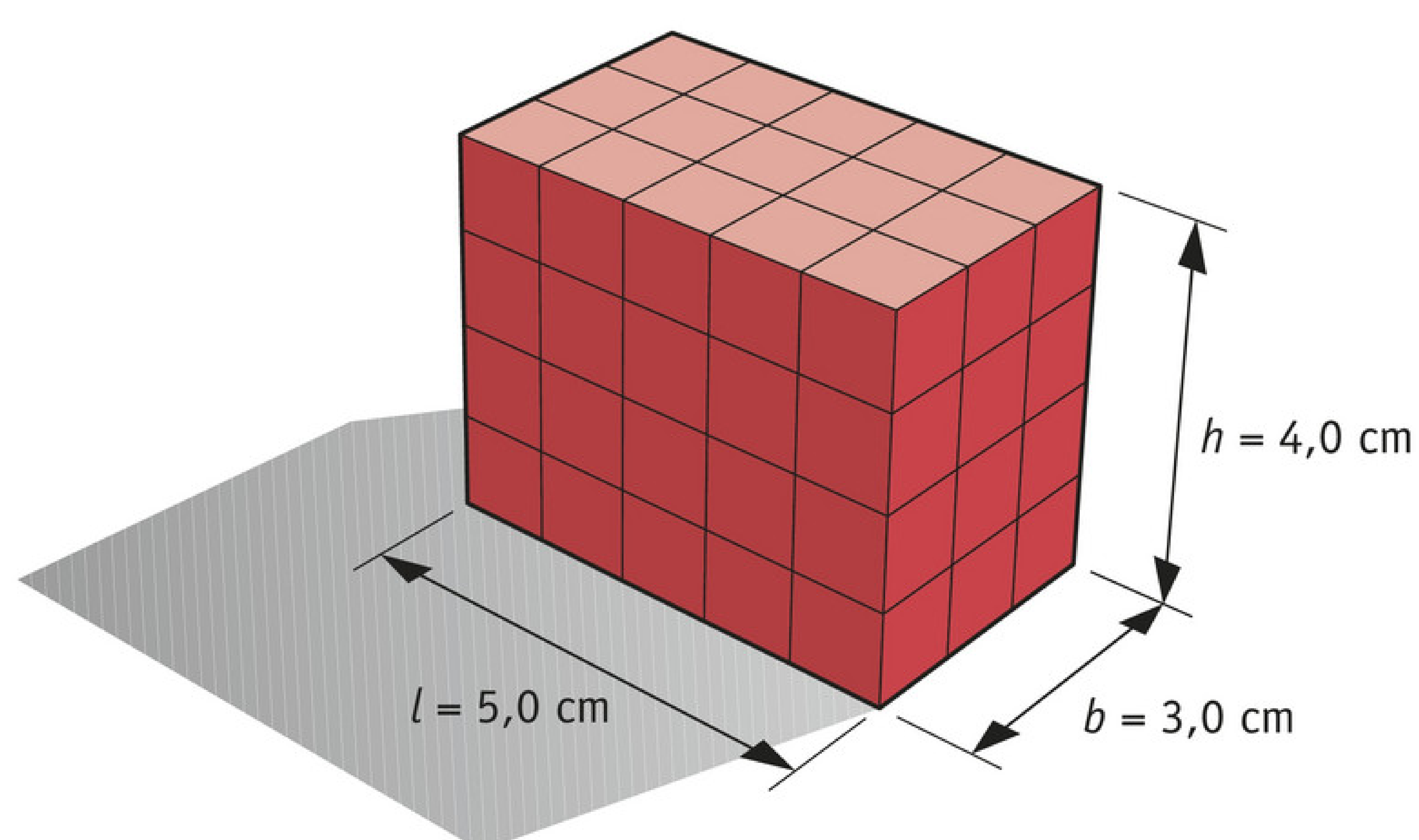
VOORBEELDOPDRACHT 1

Bereken het volume van het rechthoekige voorwerp in figuur 5.

gegevens lengte = 5,0 cm
breedte = 3,0 cm
hoogte = 4,0 cm

gevraagd volume = ?

uitwerking volume = lengte × breedte × hoogte
= 5,0 × 3,0 × 4,0
= 60 cm^3



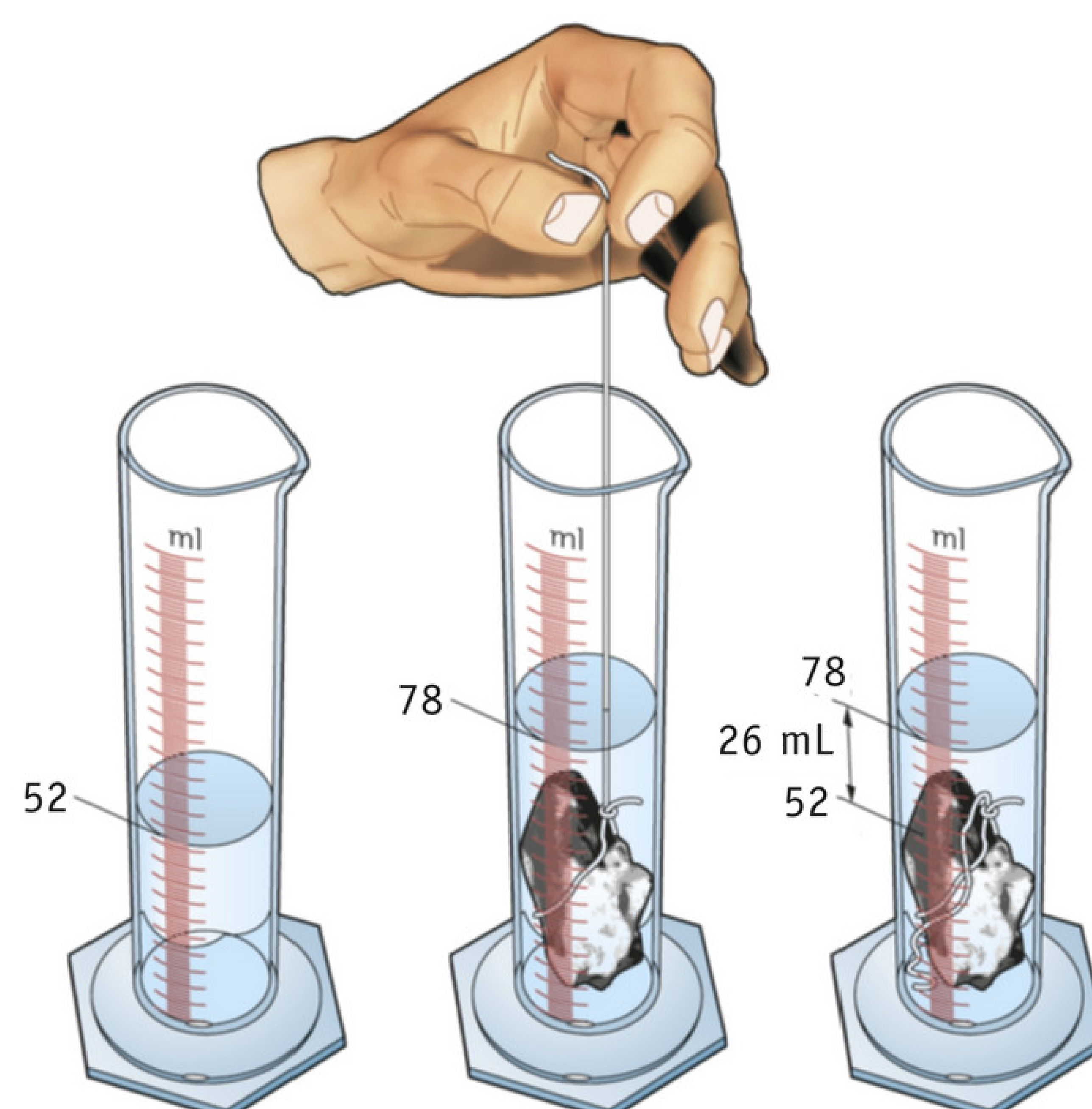
figuur 5 Dit voorwerp heeft een volume van 60 cm³. Tel het aantal blokjes maar na.

HET VOLUME VAN ANDERE VOORWERPEN

PROEF 5

Het volume van onregelmatig gevormde voorwerpen kun je bepalen met de **onderdompelmethode** (figuur 6).

1. Vul een maatcilinder tot een bepaalde hoogte met water.
2. Lees de stand van het water af.
   Dit noem je de beginstand.
3. Laat het voorwerp voorzichtig in het water zakken.
   Het voorwerp moet helemaal onder water komen.
4. Lees opnieuw de stand van het water af.
   Dit noem je de eindstand.
5. Reken uit: eindstand – beginstand.
   Dit is het volume van het voorwerp.



figuur 6 Zo werkt de onderdompelmethode.

VOORBEELDOPDRACHT 2

Bepaal het volume van de steen in figuur 6.

gegevens beginstand = 52 cm^3
eindstand = 78 cm^3

gevraagd volume = ?

uitwerking volume = eindstand – beginstand
= 78 cm^3 – 52 cm^3 = 26 cm^3



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

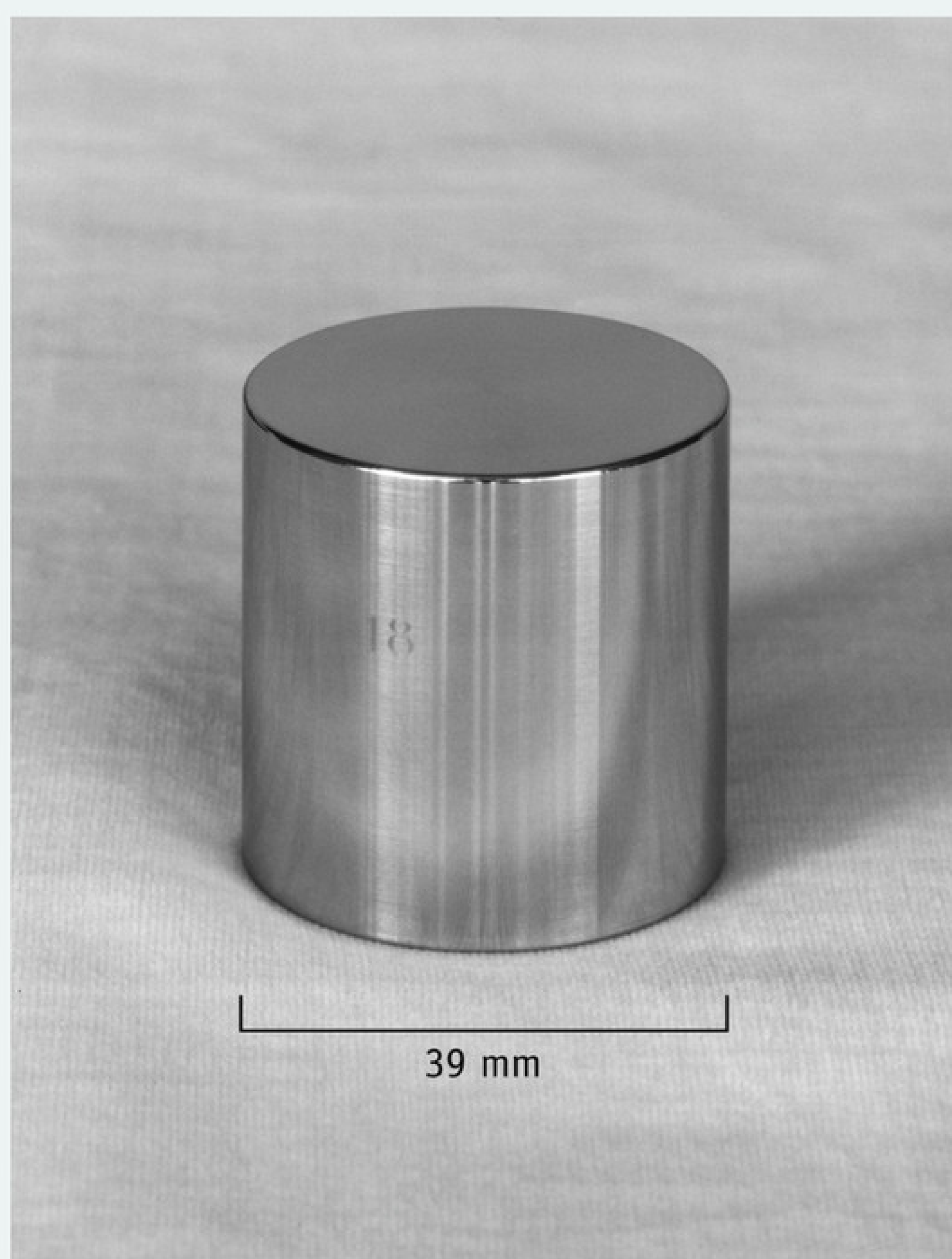
EXTRA DE MASSA VAN EEN POND

Je weegt massa in kilogram of in gram. Bij de kaasboer vragen klanten vaak om één pond kaas. Vroeger werd het pond in Nederland veel gebruikt. Maar er was een groot probleem. Een pond was in elke plaats verschillend. In Amsterdam was een pond 494,090 g en in Den Haag 469,728 g. Voor de handel en de wetenschap waren die verschillen erg onhandig.

In 1820 is in Nederland het Metrieke Stelsel ingevoerd. Daarin zijn alle eenheden vastgelegd. De nieuwe standaardmaat voor massa werd de kilogram. En die was overal even zwaar.

Tot 2019 werd in Parijs de standaardkilogram bewaard (figuur 7). Deze cilinder was gemaakt van een mengsel van twee metalen: platina (90%) en iridium (10%). Nu bepalen wetenschappers de massa van 1 kg met ingewikkelde berekeningen.

Ook in Engeland is de kilogram de officiële eenheid. Maar in het dagelijks leven gebruiken mensen nog steeds het *pound* (= 453,592 g). In de Verenigde Staten wordt zelfs officieel nog het *pound* gebruikt. Alle andere landen op de wereld gebruiken de kilogram als standaardeenheid.



figuur 7 Een kopie van de standaardkilogram.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Massa meet je in .... of ....Voor het meten van massa gebruik je een ....

b Het volume van een hoeveelheid vloeistof meet je in .... of ....Voor het meten van het volume van een vloeistof gebruik je een ....

c Het volume van een rechthoekig voorwerp kun je berekenen met de formule

....

d Het volume van een onregelmatig voorwerp kun je bepalen met behulp van de ....

e Het volume van een hoeveelheid vaste stof meet je in .... of ....

f 1 kilogram (kg) = ... gram (g)

g 1 liter (L) = ... milliliter (mL)

2 Bij de onderdompelmethode moet je een aantal handelingen uitvoeren. Deze handelingen zijn:

1 Laat het voorwerp voorzichtig in het water zakken.
2 Lees de beginstand af.
3 Vul een maatcilinder tot een bepaalde hoogte met water.
4 Reken het volume uit.
5 Lees de eindstand van het water af.

In welke volgorde moet je deze handelingen uitvoeren?

....

3 Sofie wil het volume van een voorwerp bepalen met de onderdompelmethode.
Met welke formule kan ze dat volume uitrekenen?

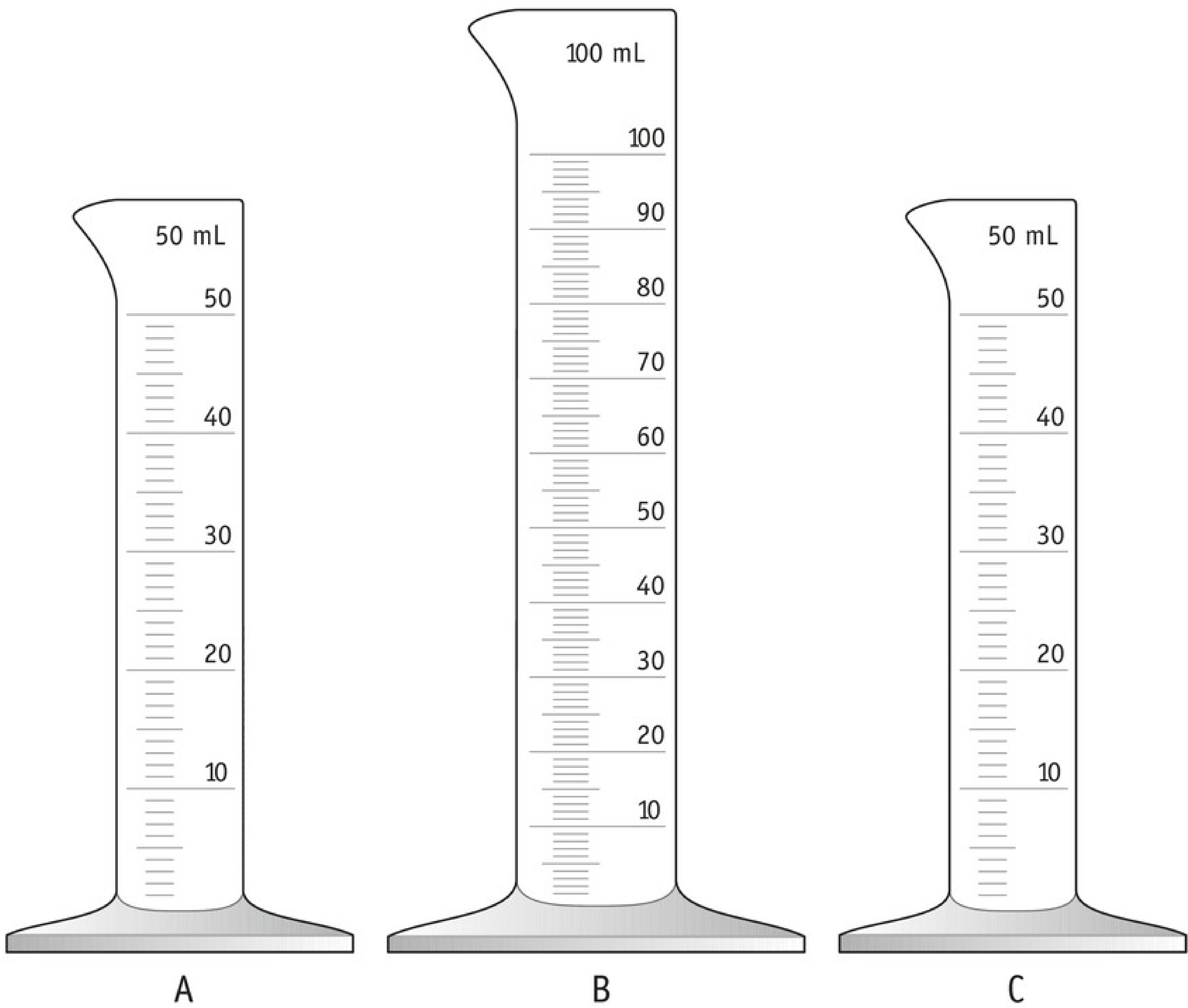
○ A volume = beginstand – eindstand
○ B volume = eindstand + beginstand
○ C volume = eindstand – beginstand

TOEPASSING

4 In figuur 8 zijn drie maatcilinders getekend.

- In maatcilinder A zit 45 mL water.
- In maatcilinder B zit 67 mL water.
- In maatcilinder C zit 21 mL water.

Teken in elke maatcilinder de hoogte van het water.
Zie de vaardigheid *Meetinstrumenten aflezen*.



figuur 8 Hoe hoog staat het water?

5 Op veel verpakkingen staat de massa van de inhoud vermeld. In figuur 9 zie je enkele voorbeelden.
Bereken de ontbrekende gegevens en vul ze in tabel 1 in.
Zie de vaardigheid *Eenheden omrekenen*.

tabel 1 De inhoud in gram en in kilogram.

de inhoud van een	heeft een massa van
pak suiker	1000 g = ... kg
pak couscous	500 g = ... kg
zak noedels	400 g = ... kg
pakje boter	250 g = ... kg
pakje cacao	100 g = ... kg
busje peper	50 g = ... kg



figuur 9 Hoeveel kg zit er in elke verpakking?

Meer oefening nodig met het omrekenen van massa-eenheden?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 3 Massa en volume.

6 In figuur 10 is een maatbeker getekend die in het huishouden gebruikt wordt. De maatbeker heeft twee schaalverdelingen: één in liter en één in milliliter.

a Vul in.

$\frac{1}{2}$ liter = ... mL

$\frac{3}{4}$ liter = ... mL

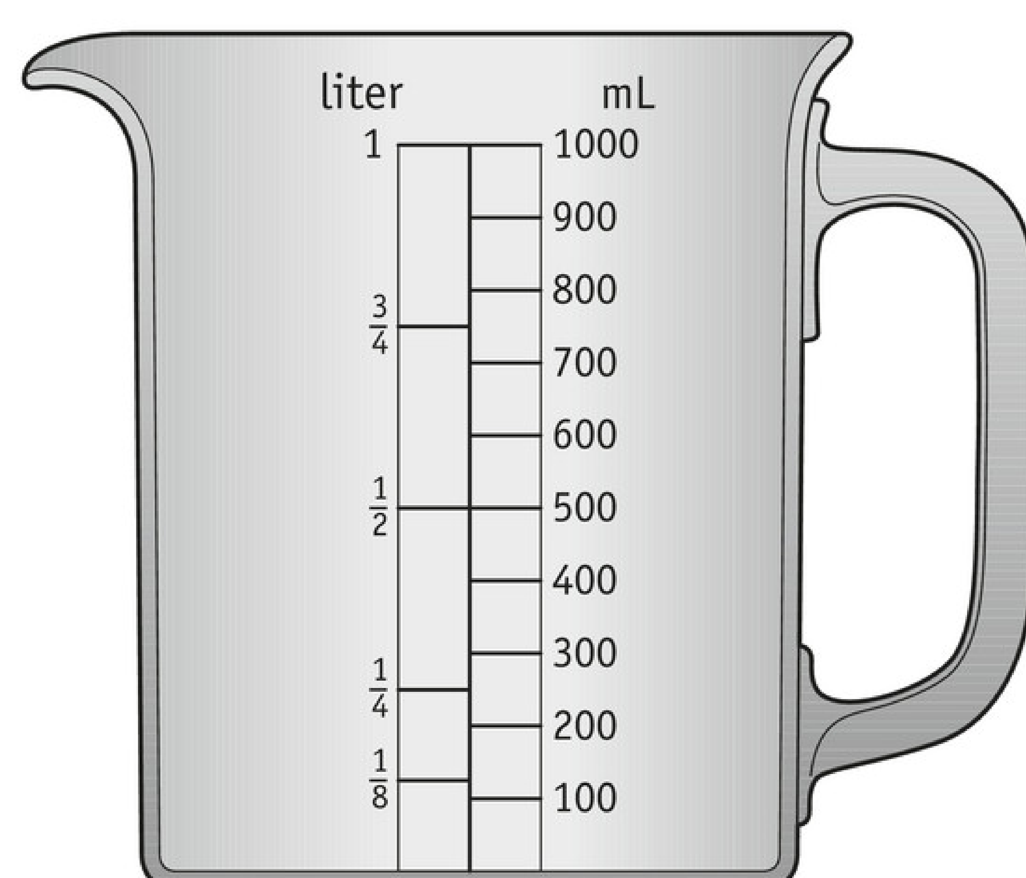
$\frac{1}{8}$ liter = ... mL

b Ravi doet 650 mL melk in de maatbeker.
Teken met blauw de hoogte van de vloeistof.

c Isis doet 0,75 L bessensap in de maatbeker.
Teken met rood de hoogte van de vloeistof.



Meer oefening nodig met het omrekenen van volume-eenheden?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 4 Dichtheid.



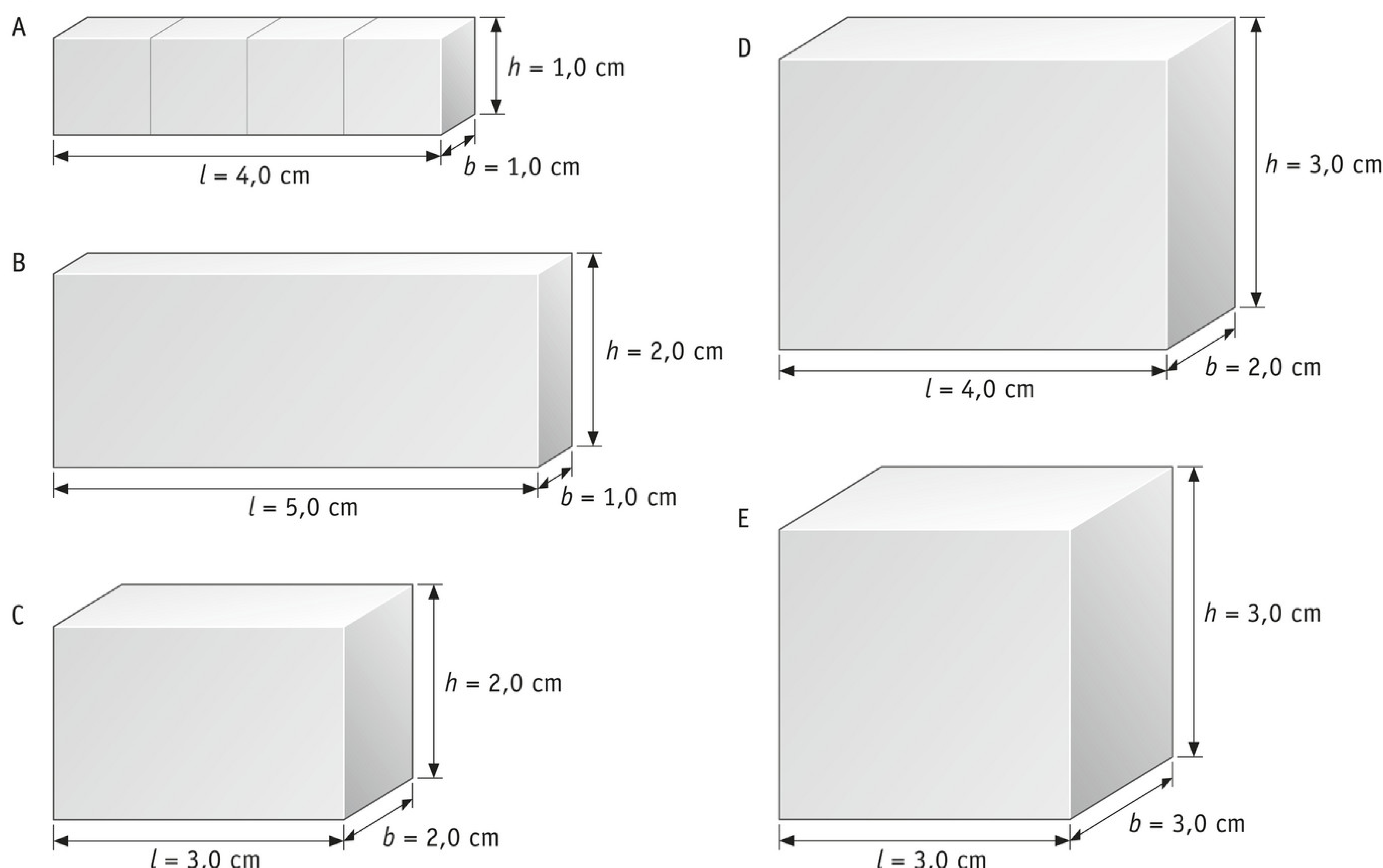
figuur 10 Een maatbeker.

7 In figuur 11 zijn vijf blokjes getekend.

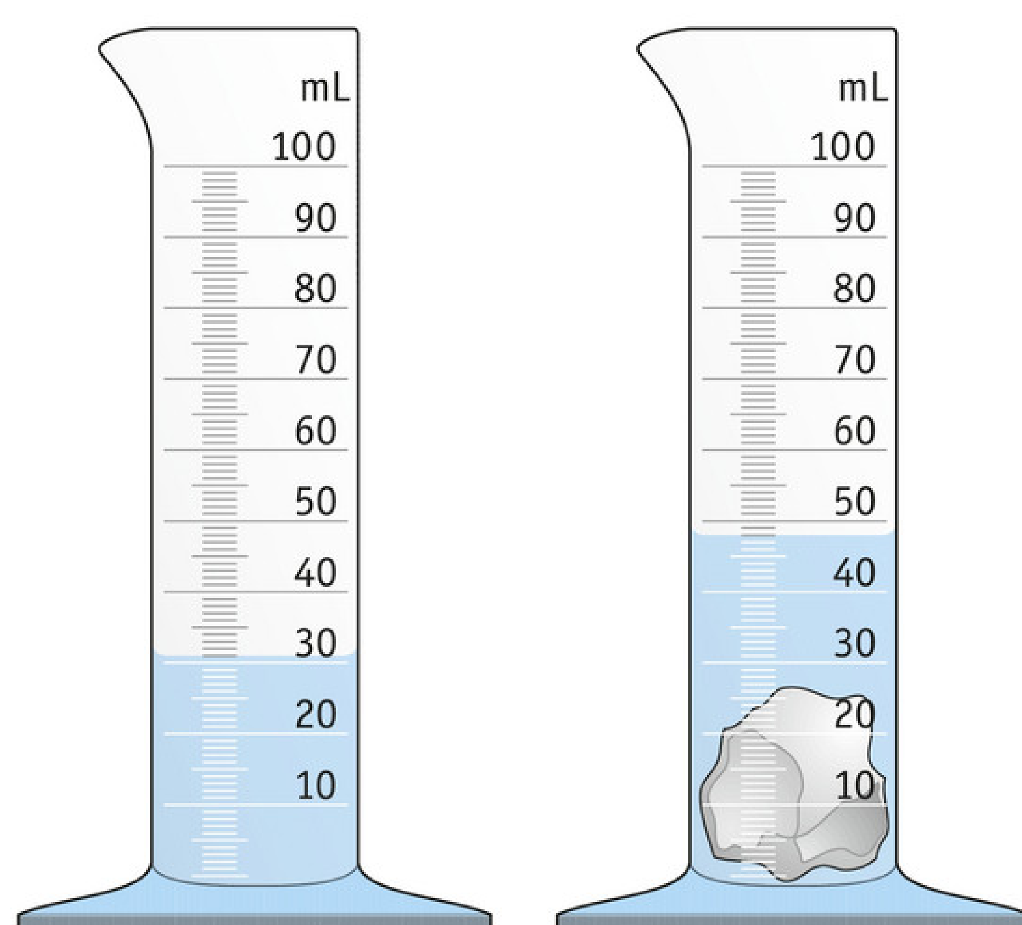
a Bereken het volume van elk blokje.

b Blokje A is met stippellijntjes in blokjes van 1 cm^3 verdeeld.
Doe hetzelfde met de andere blokjes. Controleer zo je antwoorden bij opdracht a.

figuur 11 Hoe groot is het volume van de blokjes?



8 Bepaal met behulp van de tekeningen in figuur 12 het volume van de steen. Schrijf de volledige berekening op.

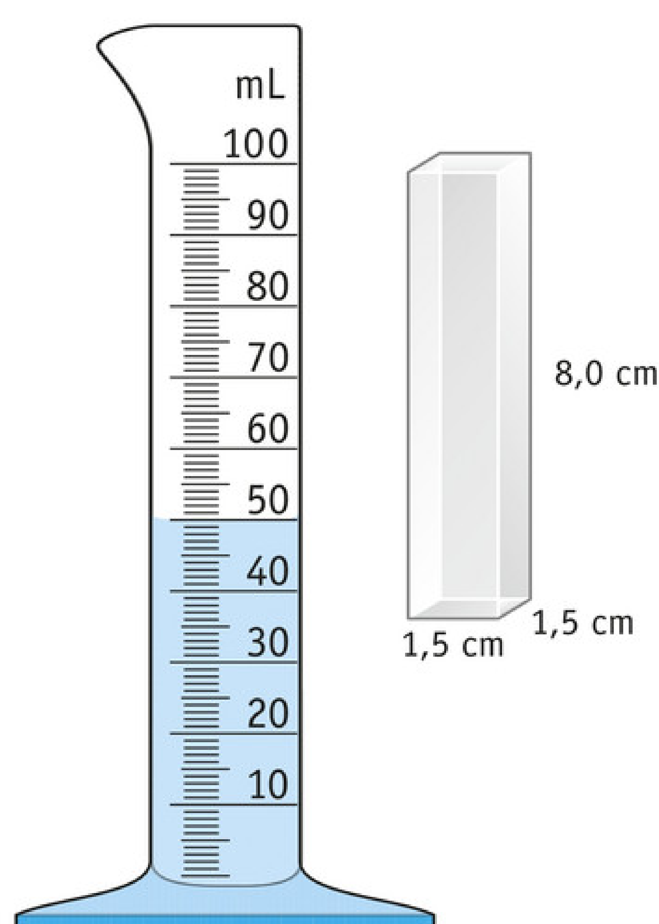


figuur 12 Hoe groot is het volume van de steen?

9 Bekijk het staafje in figuur 13.

a Bereken het volume van het staafje.

b Anita doet het staafje in de maatcilinder.
Bereken de eindstand van het water in de maatcilinder.



figuur 13 Een staafje van ... cm^3.

★ 10 Hout drijft op water.
Hoe kun je met de onderdompelmethode toch het volume bepalen van een houten schaakstuk? Beschrijf één juiste manier.

11 Je zou de onderdompelmethode ook andersom kunnen uitvoeren: eerst de eindstand bepalen, dan het voorwerp eruit halen en dan de beginstand bepalen.
Leg uit waarom dat niet een juiste manier is.

★ 12 Bakstenen zijn er in verschillende formaten. Een waalformaat baksteen heeft als afmetingen 21 × 10 × 5 cm. Omdat de baksteen niet precies past, haalt een metselaar er een stukje van 10 × 5 × 5 cm af.
Bereken hoe groot het volume is van de baksteen die overblijft. Schrijf de hele berekening overzichtelijk op.

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

EXTRA DE MASSA VAN EEN POND

13 Vroeger werd massa niet gemeten in kilogram, maar in pond.

a Wat was het grootste nadeel van deze oude maat voor massa?

b Op welke manier is dit probleem in 1820 opgelost?

Gebruik bij opdracht 14 en 15 de volgende rekenregels:
1 *stone* (st) = 14 *pound* (lb)
1 *pound* (lb) = 16 *ounce* (oz)

14 De bekende Engelse lifestyle vlogger Tanya Burr zegt in een van haar video's dat ze 9 st en 13 lb weegt.
Hoeveel kg is dat? Rond af op één cijfer achter de komma.

15 Op een Engels pakje boter staat de metrische en de Engelse massa-aanduiding (figuur 14).

a Laat met een berekening zien of de aanduiding van de hoeveelheid gram klopt met de Engelse aanduiding in oz. Schrijf de hele berekening op.

b Stel dat je bij de berekening van opdracht a uitgaat van het Amsterdamse pond. Hoeveel gram meer had er dan in het pakje boter gezeten? Let op: Het Amsterdamse pond is <u>niet</u> gelijk aan 16 *ounce*.



figuur 14 Een Engels pakje boter.

4 Dichtheid

LEERDOELEN

2.4.1 Je kunt uitleggen wat de dichtheid van een stof is.
2.4.2 Je kunt uitleggen waarom dichtheid een stofeigenschap is.
2.4.3 Je kunt de dichtheid van een stof berekenen als de massa en het volume gegeven zijn.
2.4.4 Je kunt aan de hand van de dichtheid van stoffen uitleggen of een stof zinkt, zweeft of drijft.
EXTRA 2.4.5 Je kunt aan de hand van dichtheid van stoffen uitleggen wanneer een gas opstijgt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	2.4.1	2.4.2	2.4.3	2.4.4	2.4.5	2.3.2*
Onthouden			1ab			
Begrijpen	3a	1c, 2abc, 5abcd, 6b, 7c, 9a		8b	11	7a
Toepassen	3b	4	6a, 7b, 8a	10b	12b	
Analyseren			9ab	10acd	12a	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Mensen zeggen vaak dat de ene stof zwaarder of lichter is dan de andere. Als iemand vraagt: “Waarom worden velgen vaak van aluminium gemaakt?” is het antwoord vaak: “Omdat aluminium een heel licht metaal is.” Of: “Omdat aluminium veel lichter is dan staal.”

LICHTE EN ZWARE STOFFEN

Hoe kun je nagaan dat aluminium lichter is dan staal? Daarvoor moet je de twee stoffen ‘eerlijk’ met elkaar vergelijken. Je kunt niet zomaar een aluminium en een stalen voorwerp wegen: een aluminium fietsframe kan best zwaarder zijn dan een stalen fietsstuur.

Een eerlijke vergelijkingsmethode werkt als volgt:
1 Neem van elke stof een blokje van 1 cm^3.
2 Bepaal de massa van elk blokje met een weegschaal.
3 Het blokje met de kleinste massa is gemaakt van de ‘lichtste’ stof.

Een aluminium blokje van 1 cm^3 heeft een massa van 2,7 g. Een stalen blokje van 1 cm^3 heeft een massa van 7,9 g. Aluminium is dus ongeveer drie keer zo licht als staal (figuur 1).



figuur 1 Drie blokjes van 1 cm^3: het blokje perspex heeft een massa van 1,2 g, het blokje aluminium 2,7 g en het blokje messing 8,5 g.

DE DICHTHEID VAN EEN STOF

Een blokje aluminium van 1 cm^3 heeft altijd een massa van 2,7 g. Dat is een eigenschap van de stof aluminium: je hebt altijd 2,7 g massa in een volume van 1 cm^3. Deze eigenschap is zo belangrijk dat er een apart woord voor bedacht is: de **dichtheid**. Je zegt: de dichtheid van aluminium is 2,7 gram per kubieke centimeter (g/cm^3).

Dichtheid is een stofeigenschap: het is een van de eigenschappen waaraan je een stof kunt herkennen. In tabel 1 kun je de dichtheid van een aantal stoffen opzoeken.

tabel 1 Dichtheid van een aantal stoffen.

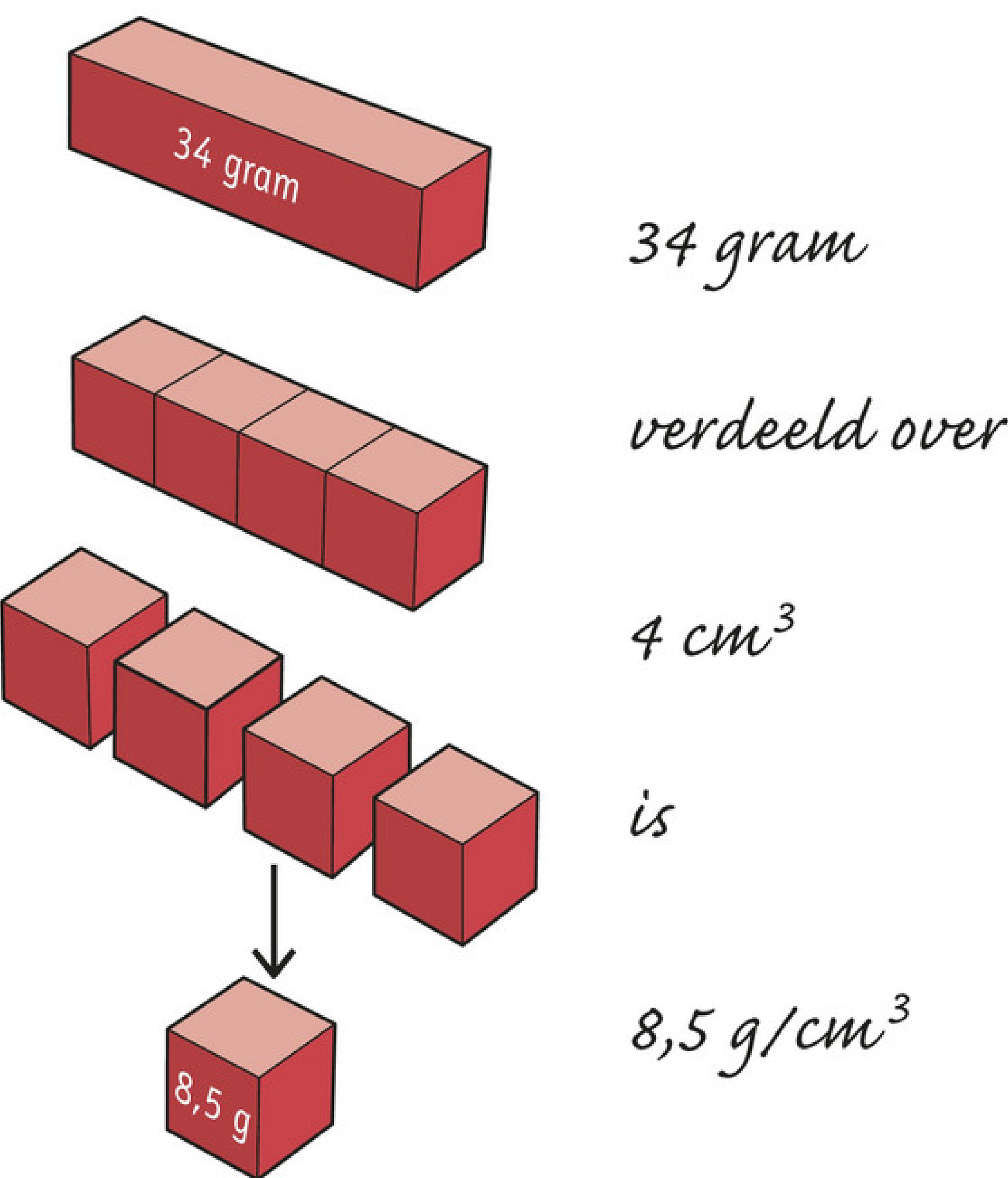
stof	dichtheid (g/cm^3)	stof	dichtheid (g/cm^3)
alcohol	0,80	lood	11,3
aluminium	2,7	lucht	0,001 293
benzine	0,72	messing	8,5
glas	2,6	perspex	1,2
goud	19,3	staal	7,8
helium	0,000 178	suiker	1,6
ijs	0,92	terpentine	0,84
ijzer	7,9	vurenhout	0,58
keukenzout	2,2	water	1,0
koolstofdioxide	0,001 98	waterdamp	0,000 60
koper	8,96	zilver	10,5
kwik	13,5	zink	7,2

DE DICHTHEID BEPALEN

PROEF 6

Om de dichtheid te bepalen heb je niet beslist een blokje van 1 cm^3 nodig. Met een groter blokje lukt het ook. Je kunt zo'n blokje namelijk in gedachten in blokjes van 1 cm^3 verdelen.

In figuur 2 is een staafje messing van 34 g getekend. Je kunt dit staafje van 4 cm^3 verdelen in vier blokjes van 1 cm^3. De dichtheid van messing is dus $\frac{34}{4}$ = 8,5 g/cm^3.



34 gram

verdeeld over

4 cm^3

is

8,5 g/cm^3

figuur 2 Zo kun je de dichtheid berekenen.

Om de dichtheid te vinden, heb je de massa (34 g) gedeeld door het volume (4 cm^3). Zo kon je de dichtheid bepalen zonder dat je een blokje van 1 cm^3 nodig had. Je kunt deze methode ook gebruiken bij voorwerpen met een onregelmatige vorm.

Je kunt de dichtheid van een stof dus berekenen met de formule:

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$$

VOORBEELDOPDRACHT 1

Een zwart geverfd blokje meet 4,0 bij 4,0 bij 4,0 cm en heeft een massa van 723 g.
Ga met een berekening na van welk materiaal uit tabel 1 dit blokje gemaakt kan zijn.

gegevens lengte = breedte = hoogte = 4,0 cm
massa = 723 g

gevraagd de dichtheid

uitwerking volume = lengte × breedte × hoogte
= 4,0 × 4,0 × 4,0
= 64 cm^3

$$\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} = \frac{723}{64} = 11{,}3\ \text{g/cm}^3$$

Het blokje zou van lood gemaakt kunnen zijn.

DRIJVEN, ZINKEN EN ZWEVEN

Een blokje vurenhout drijft op water. Zoals je in tabel 1 kunt zien, is de dichtheid van vurenhout kleiner dan die van water. Een voorwerp drijft op water als de dichtheid van het voorwerp kleiner is dan die van water (1,0 g/cm^3).

Een gouden ring zinkt in water. Voorwerpen met een dichtheid groter dan water zinken in water. Heel soms is de dichtheid van het voorwerp precies gelijk aan de dichtheid van water. In dat geval blijft dat voorwerp zweven.

Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA DE WEERBALLON

Om een goede weersverwachting te kunnen maken, is het belangrijk informatie te hebben over de temperatuur, luchtdruk en luchtvochtigheid hoog in de lucht. Hiervoor vult het weerinstituut KNMI één keer per dag een grote ballon met helium, met daaraan meetinstrumenten: een weerballon (figuur 3). Zo'n weerballon stijgt op tot een hoogte van 20 tot 25 km. Tijdens de vlucht worden de metingen constant naar het weerinstituut gestuurd.

Helium is een gas met een heel kleine dichtheid (0,000 178 g/cm^3).
Een gas stijgt op als de dichtheid ervan kleiner is dan die van lucht (0,001 293 g/cm^3).
Stoffen die een kleinere dichtheid hebben dan het gas waarin ze zich bevinden, gaan drijven. Een weerballon drijft op de lucht, net zoals een blokje vurenhout (0,58 g/cm^3) drijft op water (1,0 g/cm^3).



figuur 3 Weerballon met meetinstrumenten.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Je kunt de dichtheid berekenen door ………………… te delen door ………………….

b De dichtheid van een stof druk je uit in ………………… per ……………………………………

(= …………………/…………………).

c Aluminium heeft een *kleinere* / *grotere* dichtheid dan staal.

2 In tabel 1 worden tien metalen genoemd: aluminium, goud, ijzer, koper, kwik, lood, messing, staal, zilver en zink.

a Noteer deze metalen in volgorde van dichtheid, het metaal met de kleinste dichtheid voorop.

b Wat is het lichtste metaal in de tabel?

c Wat is het zwaarste metaal in de tabel?

TOEPASSING

3 In een advertentie van een kampeerwinkel staat: “Voor deze tent is gebruikgemaakt van materialen die sterk en licht zijn.”

a Wat kun je zeggen over de dichtheid van ‘lichte materialen’?

b Materialen die sterk én licht zijn, hebben veel toepassingen.
Bedenk nog twee van die toepassingen.

4 Waterleidingen werden vroeger van lood gemaakt. Inmiddels wordt daar koper voor gebruikt, omdat met lood verontreinigd water schadelijk en zelfs giftig kan zijn. Koper is ook harder, waardoor het minder snel beschadigd raakt.
Bedenk nog een ander voordeel van koper vergeleken met lood.

5 Geef steeds aan welk materiaal de kleinste dichtheid heeft.

a *koper / plastic*

b *baksteen / vurenhout*

c *glas / perspex*

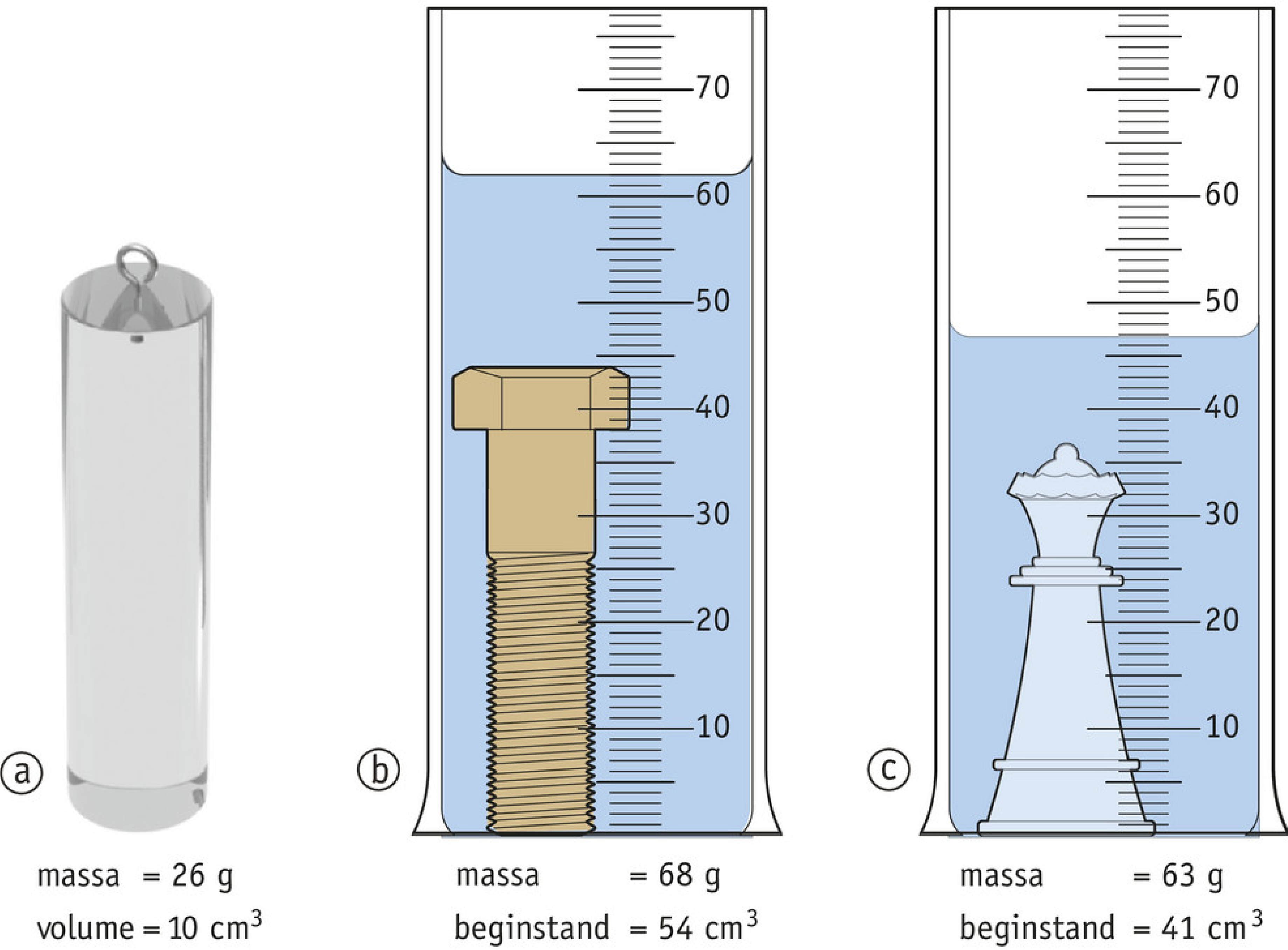
d *aluminiumfolie / papier*

6 In figuur 4 zijn drie voorwerpen getekend.

a Bereken de dichtheid van de stoffen waarvan deze voorwerpen zijn gemaakt.

b Noteer van welke stof elk voorwerp gemaakt zou kunnen zijn. Gebruik tabel 1.

figuur 4 Van welke stoffen zijn deze voorwerpen gemaakt?



7 Met een maatcilinder en een weegschaal (en een beetje rekenwerk) kun je de dichtheid van een vloeistof bepalen (figuur 5).

a Lees af hoe groot het volume en de massa van de vloeistof zijn.

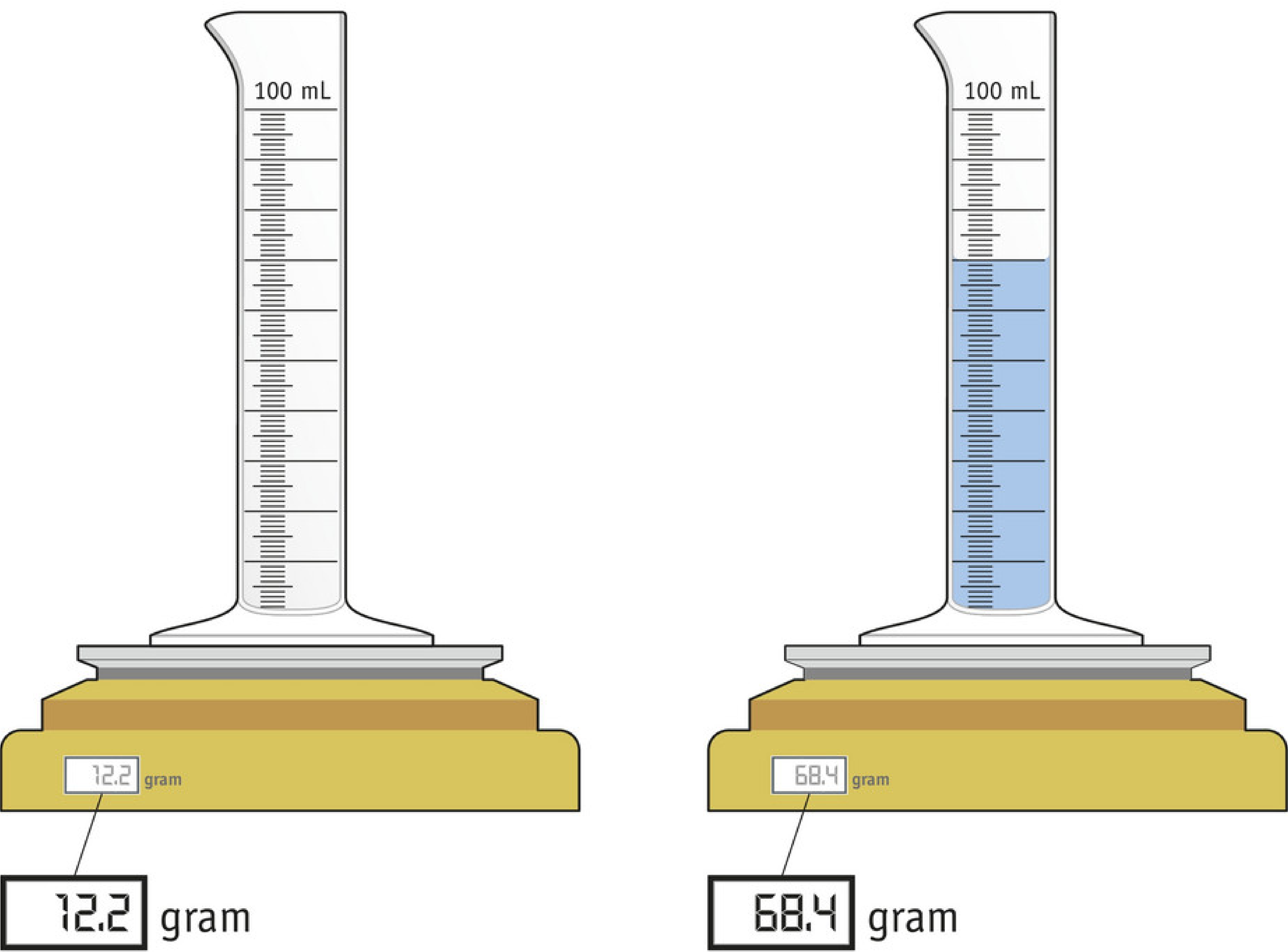
volume = ... mL (= .... cm^3)

massa = ... g

b Bereken met behulp van deze gegevens de dichtheid van de vloeistof.

c Om welke stof zou het kunnen gaan? Gebruik tabel 1.

figuur 5 Welke vloeistof zit er in de maatcilinder?

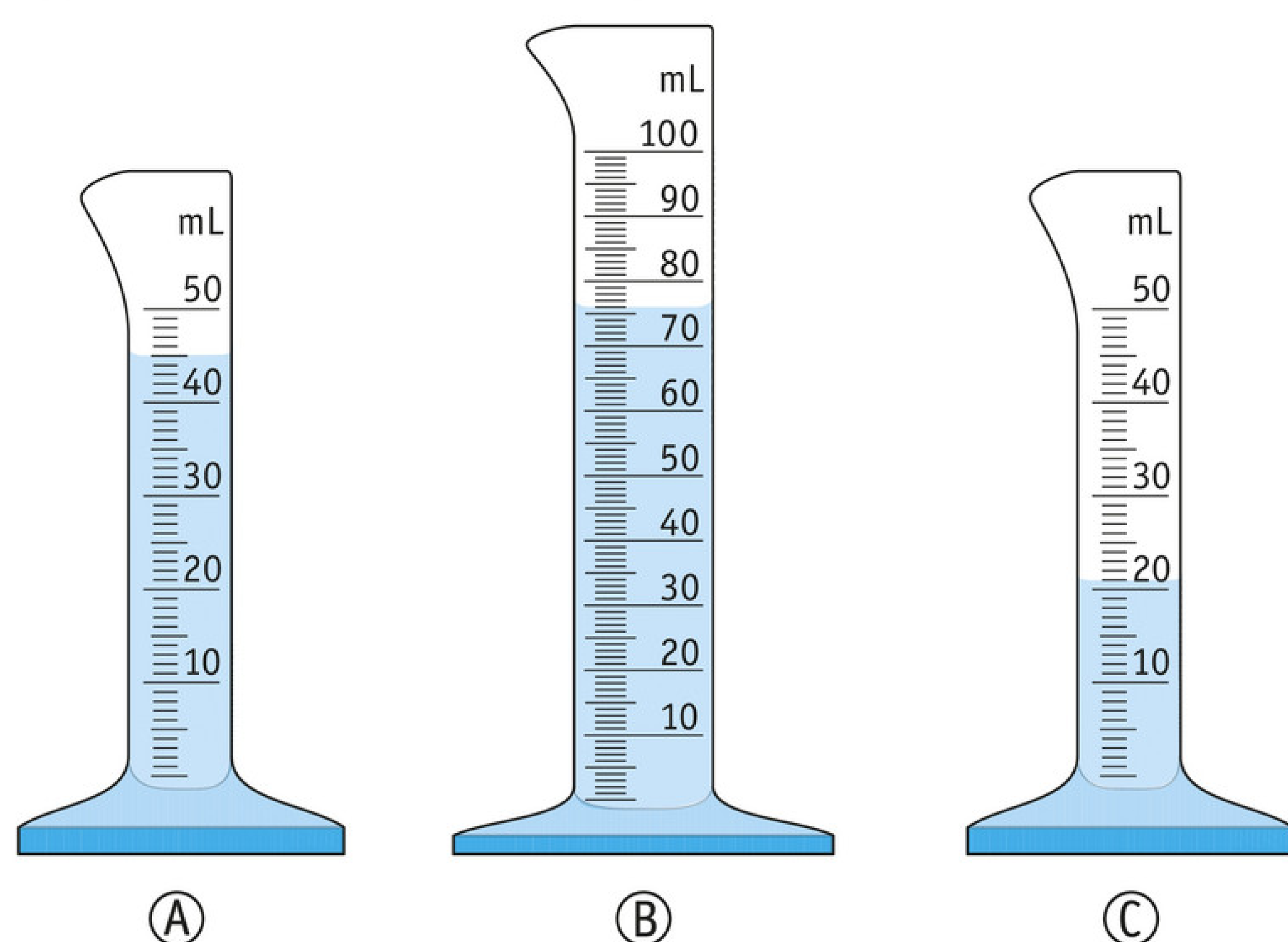


8 In figuur 6 zie je drie maatcilinders die zijn gevuld met verschillende vloeistoffen. De vloeistoffen in cilinder A, B en C wegen respectievelijk 45 g, 68,4 g en 14,7 g. Een van de cilinders is gevuld met slaolie (dichtheid = 0,90 g/cm³).

a Laat met een berekening zien welke.

b Leg uit of slaolie zal drijven op, zweven in of zinken in water.

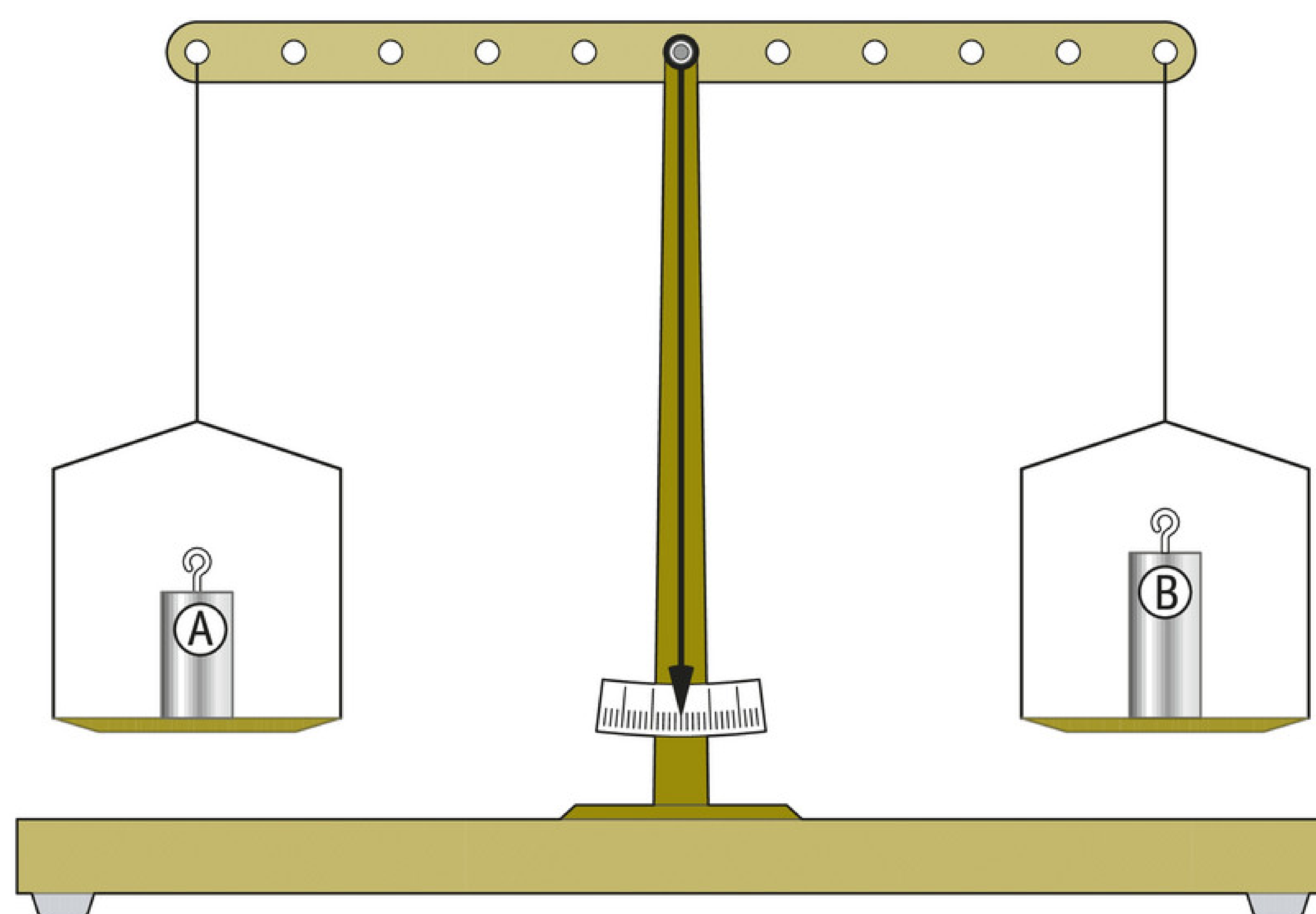
figuur 6 Drie maatcilinders gevuld met drie vloeistoffen.



★ 9 De blokjes A en B zijn van verschillende stoffen gemaakt (figuur 7).

a Welke stof heeft de grootste dichtheid? *stof A / stof B*

b Hoe kun je dat in de figuur zien?



figuur 7 Twee blokjes houden elkaar in evenwicht.

★ 10 Een laagjescocktail bestaat uit verschillende drankjes die voorzichtig boven op elkaar worden gegoten (figuur 8). Ieder drankje heeft een andere dichtheid.

a In welke volgorde moeten de drankjes in het glas worden gedaan?
b Waarom moet elk drankje heel voorzichtig worden ingeschonken?
c De drankjes bestaan voornamelijk uit water en suiker.
Waar vind je een drankje met weinig suiker en veel water?
- ○ A Boven in het glas.
- ○ B Onder in het glas.
- ○ C Daar kun je niets over zeggen.

d Leg uit hoe je aan je antwoord bij opdracht c gekomen bent.



figuur 8 Een laagjescocktail met vloeibare honing, muntsiroop en ongezoete appelsap.


Test je kennis met de *Test jezelf*.

EXTRA DE WEERBALLON

11 Aileen vult twee ballonen met gas: één met helium en één met koolstofdioxide.
Leg uit hoe je kunt zien welk gas in welke ballon zit.

★ 12 Hoe hoger je komt, hoe kleiner de dichtheid van de lucht.

a Leg uit dat een weerballon gevuld met helium op een bepaalde hoogte niet meer stijgt.
b Hoe noem je het als de ballon niet meer stijgt in de lucht?

Practica

PROEF 1 STOFFEN VAN ELKAAR ONDERSCHEIDEN

30 minuten

Inleiding

Stoffen kun je herkennen aan hun stofeigenschappen. Chloor herken je aan de geur (de 'zwembadlucht'), koper aan de kleur ('koperkleurig') en zout aan de smaak (in één woord: 'zout').

Doel

Bij deze proef leer je om stoffen te herkennen aan hun stofeigenschappen.

Nodig

☐ 12 stoffen in flesjes

Uitvoeren en uitwerken

- Je krijgt twaalf flesjes. Je mag de flesjes openmaken om te ruiken. Je mag de stoffen beslist niet proeven!

1 Vul in tabel 1 de gegevens van de twaalf stoffen in. Noteer ook de naam van de stof als je die weet.

tabel 1 Twaalf stoffen en hun eigenschappen.

nummer	kleur	geur	*vast / vloeibaar / gasvormig*	bijzonderheden	naam
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

2 Bekijk de gegevens in de tabel.

a Welke stoffen zijn metalen?

....

b Welke stoffen zijn doorzichtig?

....

PROEF 2 OPLOSSINGEN EN SUSPENSIES ONDERZOEKEN

15 minuten

Inleiding
In het dagelijks leven kom je verschillende soorten mengsels tegen. Thee en cola zijn voorbeelden van oplossingen. Sinaasappelsap en verf zijn voorbeelden van suspensies.

Doel
Bij deze proef leer je twee verschillen kennen tussen een oplossing en een suspensie.

Nodig
- ☐ reageerbuis met water + blauwe inkt
- ☐ reageerbuis met water + koolstof
- ☐ 2 (lege) reageerbuizen
- ☐ 2 trechters
- ☐ 2 filtreerpapiertjes

Uitvoeren en uitwerken
- Schud de reageerbuis met water + blauwe inkt. Kijk direct daarna of je door het mengsel heen kunt kijken.
- Schud de reageerbuis met water + koolstof. Kijk direct daarna of je door het mengsel heen kunt kijken.

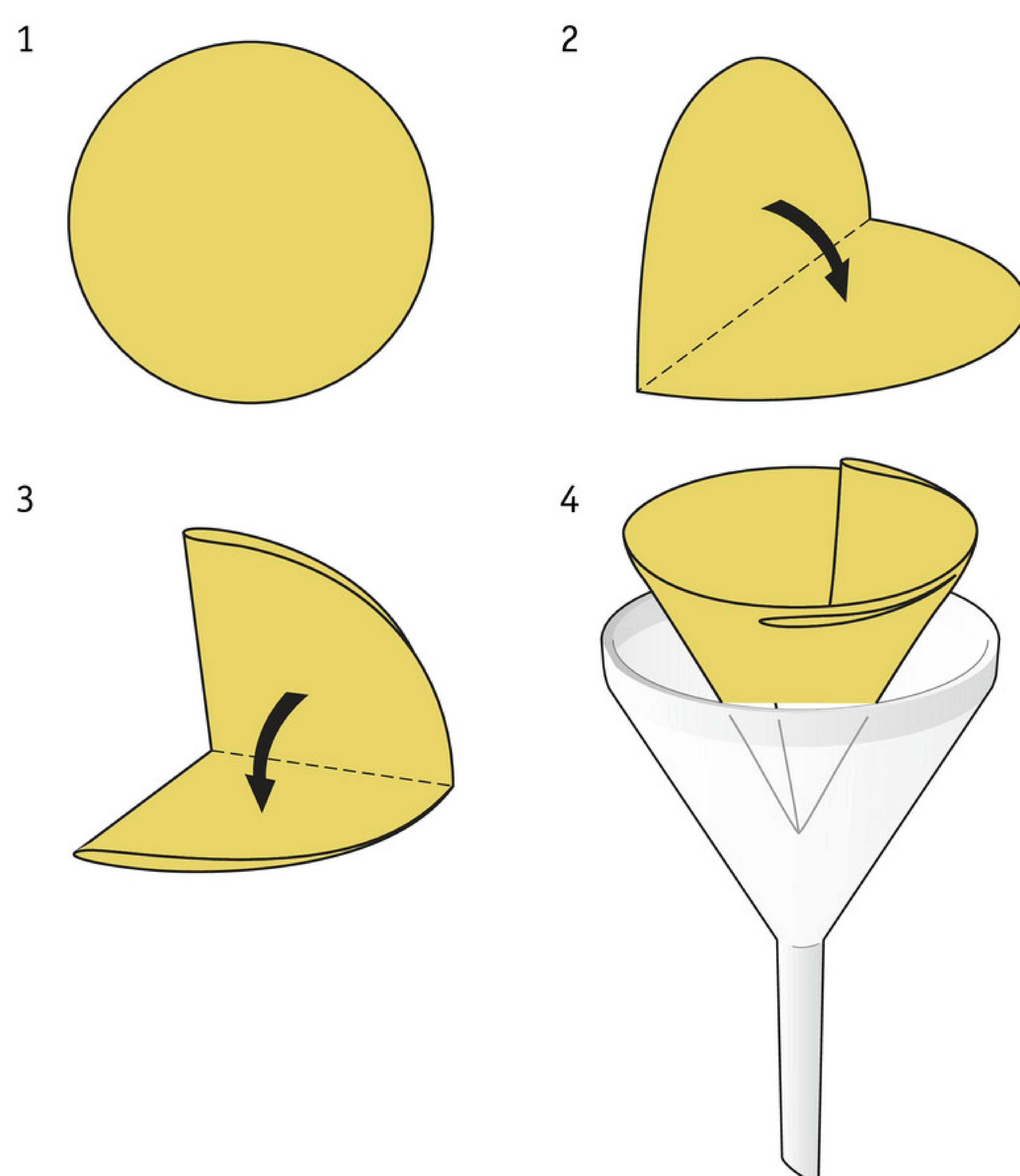
1 Kun je door de verdunde blauwe inkt heen kijken? *ja / nee*

2 Heb je hier te maken met een oplossing of met een suspensie? *oplossing / suspensie*

3 Kun je door het mengsel van koolstof en water heen kijken? *ja / nee*

4 Heb je hier te maken met een oplossing of met een suspensie? *oplossing / suspensie*

- Vouw de filtreerpapiertjes zoals in figuur 1 en doe ze in de trechters.
- Maak de filters vochtig, dan blijven ze beter in de trechters zitten.
- Zet de trechters in de lege reageerbuizen.
- Schud het mengsel van water + blauwe inkt en giet het voorzichtig in het ene filter.
- Schud het mengsel van water + koolstof en giet het voorzichtig in het andere filter.
- Kijk goed wat er gebeurt.
- Wacht tot er niets meer uit de filters lekt.



figuur 1 Zo vouw je een filter.

5 Hoe zien de vloeistoffen in de opvangbuizen eruit?

....

6 In welk van de filters is een vaste stof achtergebleven?

....

7 Welke stof(fen) is (zijn) dat?

....

8 Welke stof(fen) is (zijn) zeker door het filter gegaan bij het mengsel van water + blauwe inkt?

....

9 Welke stof(fen) is (zijn) zeker door het filter gegaan bij het mengsel van water + koolstof?

....

PROEF 3 STEENZOUT WINNEN

30 minuten

Inleiding

Steenzout wordt gewonnen door heet water in de bodem te pompen. Diep in de bodem ontstaat dan een mengsel van water en steenzout, dat pekel wordt genoemd. De pekel wordt daarna omhooggepompt, waarna het zout uit de pekel wordt gehaald.

Doel

Bij deze proef verwarm je pekel totdat er steenzout overblijft.

Nodig

- ☐ steenzout
- ☐ gedestilleerd water
- ☐ bekerglas
- ☐ roerstaafje
- ☐ reageerbuis
- ☐ trechter
- ☐ filtreerpapier
- ☐ porseleinen/stalen kroesje
- ☐ brander
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ lucifers/aansteker

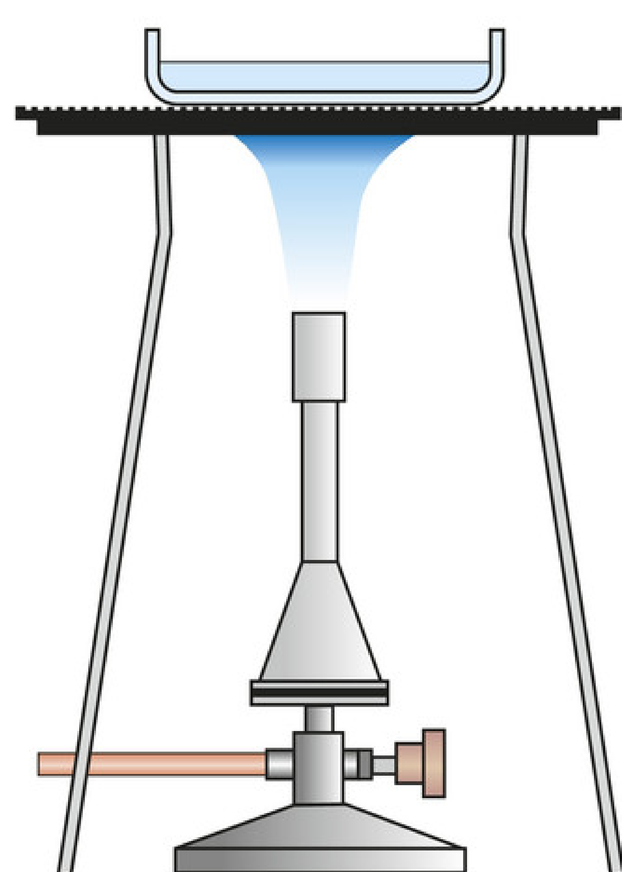
Uitvoeren en uitwerken

Oplossen en filtreren

- Doe een paar schepjes steenzout in het bekerglas.
- Voeg aan het steenzout een beetje warm water toe en roer goed.
- Filtreer de vloeistof en vang het filtraat op in een reageerbuis.

Indampen

- Leg het gaasje op de driepoot. Zet het kroesje op het gaasje.
- Giet een beetje van de vloeistof uit de reageerbuis in het kroesje.
- Laat de gasbrander branden met een kleine kleurloze vlam (figuur 2).
- Verwarm de vloeistof in het kroesje tot al het water is verdampt.



figuur 2 De opstelling van proef 3.

Let op! Haal de brander onder het gaasje vandaan als de vloeistof te veel spettert. Maak de vlam dan kleiner door de gasregelknop een eindje dicht te draaien. Schuif de brander daarna weer onder het gaasje.

1 Blijft er na het filtreren een vaste stof achter in het filter?

....

2 Beschrijf de inhoud van het kroesje na het indampen.

....

....

3 Wat kun je zeggen over de oplosbaarheid van deze stof?

....

....

PROEF 4 HET BEPALEN VAN VOLUME EN MASSA

30 minuten

Inleiding

Je kunt bij het bepalen van een hoeveelheid stof naar de massa kijken of naar het volume. In de supermarkt vind je bijvoorbeeld pakken met 1 liter melk, maar ook pakken met 1 kilogram suiker. Ook in recepten worden volume- en massa-eenheden vaak door elkaar gebruikt. Dan staat er bijvoorbeeld: “Voeg 250 g champignons en 100 mL water toe.”

Doel

Bij deze proef bepaal je van vier rechthoekige voorwerpen het volume en de massa.

Nodig

- ☐ 4 verschillende blokjes
- ☐ liniaal of geodriehoek
- ☐ weegschaal

Uitvoeren en uitwerken

1 Noteer in kolom 1 van tabel 2 van welk materiaal elk blokje gemaakt is.

- Meet hoe lang de zijden van de blokjes zijn (in cm).

2 Zet je meetgegevens in de tabel.

3 Bereken het volume van elk blokje met de formule
volume = lengte × breedte × hoogte.
Rond het antwoord af op een geheel getal en noteer dit in kolom 5.

- Bepaal de massa van elk blokje met de weegschaal.

4 Noteer de massa van de blokjes in de laatste kolom van de tabel.

tabel 2 De meetresultaten van proef 4.

voorwerp	lengte (cm)	breedte (cm)	hoogte (cm)	volume (cm^3)	massa (g)
1					
2					
3					
4					

PROEF 5 WERKEN MET DE ONDERDOMPELMETHODE

15 minuten

Inleiding

Het volume van onregelmatig gevormde voorwerpen kun je niet eenvoudig berekenen met een formule. Voor zulke voorwerpen gebruik je de onderdompelmethode.

Doel

Bij deze proef leer je hoe je het volume van twee voorwerpen bepaalt met de onderdompelmethode.

Nodig

- ☐ maatcilinder
- ☐ aluminium blokje
- ☐ kiezelsteen

Uitvoeren en uitwerken

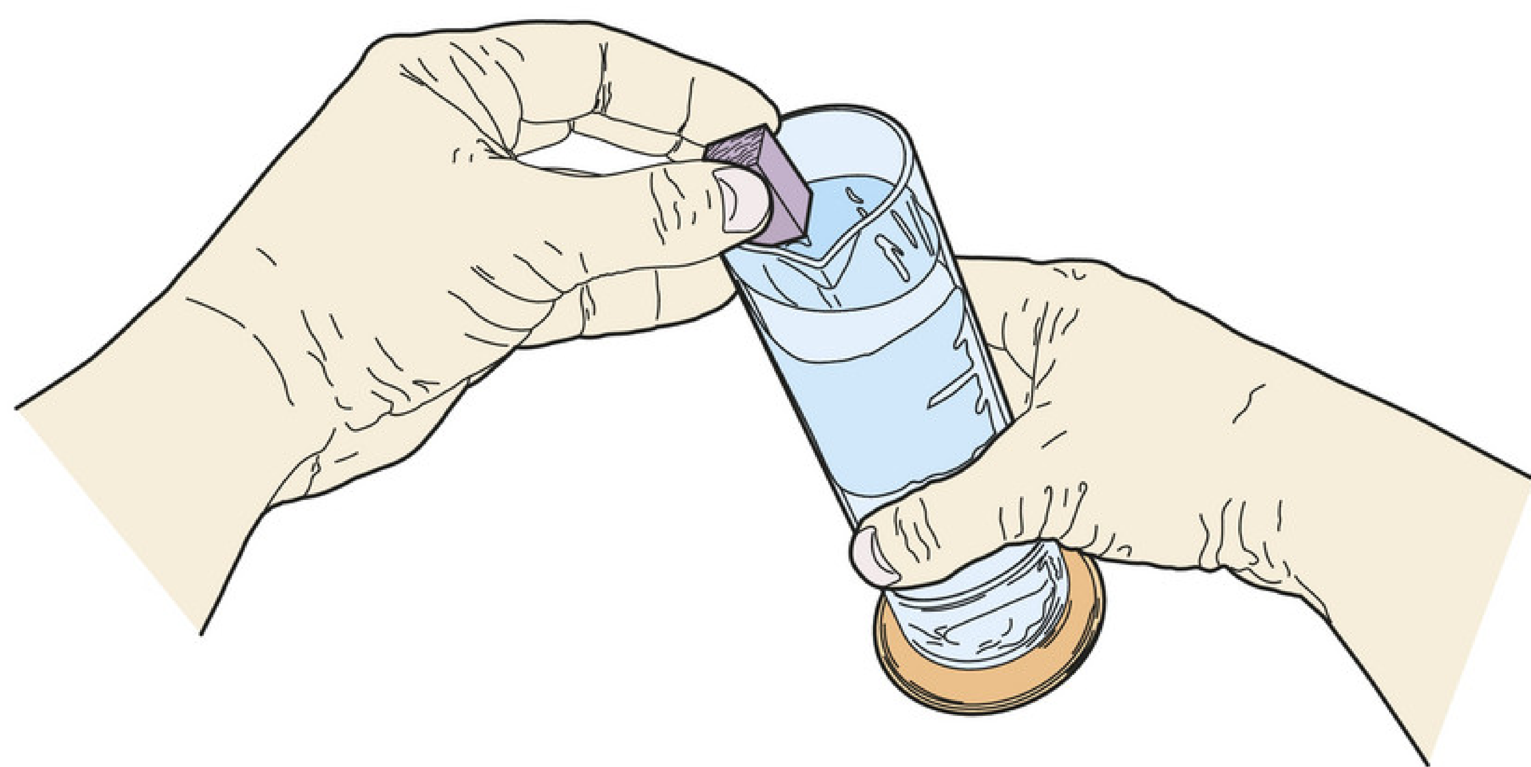
- Vul de maatcilinder voor ongeveer twee derde met water. Lees de stand van het water af (in cm^3).

Zie de vaardigheid *Meetinstrumenten aflezen*.

1 Vul in.

De beginstand is: .... cm^3.

- Laat het aluminium blokje voorzichtig onder water zakken (figuur 3).
- Lees weer de stand van het water af (in cm^3).



figuur 3 Houd de maatcilinder schuin als je het blokje erin laat zakken.

2 Vul in.

De eindstand is: .... cm^3.

3 Hoe groot is het volume van het blokje?
Vul in.
volume blokje = eindstand – beginstand

volume blokje = ... – ....

volume blokje = ...

- Bepaal nu het volume van een voorwerp met een onregelmatige vorm. In dit geval is dat een kiezelsteen.

4 Bereken.
volume kiezelsteen = eindstand – beginstand

volume kiezelsteen = ... – ....

volume kiezelsteen = ...

PROEF 6 DE DICHTHEID BEPALEN

45 minuten

Inleiding
Onderzoekers kunnen vaak precies zeggen met welke stof ze te maken hebben als ze de dichtheid kennen. Je kunt de dichtheid berekenen door de massa (in g) te delen door het volume (in cm^3). Zo vind je de dichtheid in g/cm^3.

Doel
Door de dichtheid te bepalen, kun je erachter komen van welke stof een voorwerp gemaakt is. Dat ga je bij deze proef doen.

Nodig
☐ maatcilinder
☐ liniaal of geodriehoek
☐ weegschaal
☐ 5 voorwerpen

Uitvoeren en uitwerken
- Bepaal de dichtheid van de stoffen waarvan de vijf voorwerpen gemaakt zijn.

1 Noteer je meetresultaten in tabel 3.

2 Bereken de dichtheid van elk voorwerp met de formule.
Rond de uitkomsten af op één cijfer achter de komma.
Noteer de uitkomsten op de juiste plaats in de tabel.

- Vergelijk de dichtheden die je hebt gevonden met de dichtheden in tabel 1 in paragraaf 4.

3 Noteer in de tabel van welke stof elk voorwerp waarschijnlijk gemaakt is.

tabel 3 De meetresultaten van proef 6.

voorwerp	massa (g)	volume (cm^3)	dichtheid (g/cm^3)	stof
1				
2				
3				
4				
5				

PROEF 7 EEN ONDERZOEK UITVOEREN: DE BLIKJESPLETTER

45 minuten

Inleiding

Stel je voor: in figuur 4 staat een advertentie voor een blikjespletter. Volgens de advertentie is het volume van een geplet blikje nog maar 20% van het originele volume. Dat vraagt om een controle. Jij bent bij deze opdracht de onderzoeker die de controle gaat uitvoeren.

Doel

Je onderzoekt hoe klein je het volume van een blikje kunt maken.
De onderzoeksvraag is:
Tot hoeveel procent kun je het volume van een blikje verkleinen?

Nodig

Bij deze proef bedenk je zelf welke practicumspullen je nodig hebt.

Uitvoeren en uitwerken

- Bedenk hoe je de onderzoeksvraag betrouwbaar kunt beantwoorden. Wat ga je meten, welke practicumspullen heb je nodig, hoe reken je uit of die 20% wel of niet klopt?

1 Maak een werkplan voor dit onderzoek.
Zie de vaardigheid *Onderzoek doen*.

- De werkplannen worden de volgende les besproken met de klas. Verbeter je eigen werkplan daarna als dat nodig is.
- Voer daarna het onderzoek uit.

2 Noteer alle meetresultaten, berekeningen en uitkomsten.

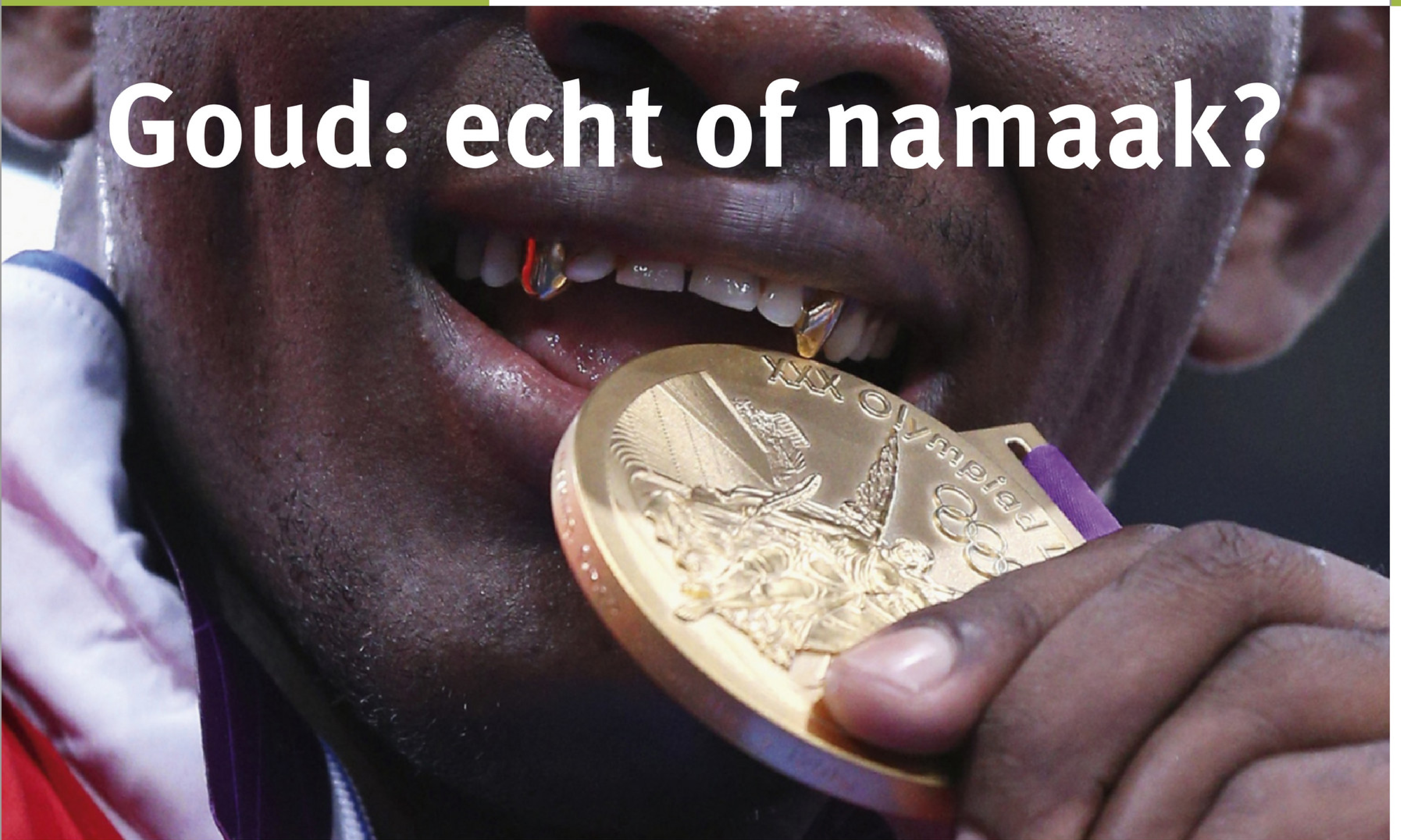
- Je docent vertelt je of je een verslag van deze proef moet maken.

Lol met nut!
Goed afvalbeheer is belangrijk. Er is steeds meer afval en een blikje bestaat nu eenmaal uit veel loos volume. De blikjespletter is een simpel, maar effectief apparaat. Plaats een leeg blikje in de pletter, haal de hendel naar beneden en het volume van je blikje is nog maar 20% van het originele volume. De pletter is alleen geschikt voor aluminium blikjes.

....

....

Goud: echt of namaak?



Goud is geel en het glanst. Maar een metaal dat geel is en glanst, hoeft nog geen goud te zijn. Vroeger, toen er nog gouden munten in omloop waren, beten marktkooplui soms op zo'n munt om erachter te komen of hij wel echt was. Zuiver goud is zo zacht dat je tandafdrukken erin blijven staan. Het lijkt erop dat topsporters die oude gewoonte hebben overgenomen. Tijdens de Olympische Spelen bijten de winnaars vaak even op hun medaille, al weet niemand meer waarom.

Echt goud?
Wanneer is een voorwerp echt van goud? We leggen deze vraag voor aan een expert: Jeanne Derksen, een professionele juwelier en goudinkoper. "Nou," zegt ze, "als je met 'goud' 100% zuiver goud bedoelt, is het antwoord: nooit. Munten en sieraden worden niet van zuiver goud gemaakt, dat is veel te zacht. Het gaat altijd om een legering: een mengsel van goud met andere metalen. Zo'n legering is harder en krasbestendiger dan zuiver goud."

"Goud is ook niet altijd geel," vertelt Derksen. "Zuiver goud wel natuurlijk, maar goudlegeringen kunnen allerlei kleuren hebben. Er is wit goud, rood goud, groen goud en zelfs paars goud. Welke kleur je krijgt, hangt af van de metalen in de mix. Gouden sieraden worden vaak gemaakt van legeringen waar veel zilver in zit. Die zijn fel geel, anders dan zuiver goud dat warm, oranjeachtig geel is. Legeringen met veel koper hebben juist een rode glans."

Keurtekens
Maar hoe kun je er dan achter komen hoeveel goud een voorwerp bevat? Derksen legt uit: "Dat kun je zien aan het keurteken dat erin geslagen is. Elk land heeft zijn eigen keurtekens. Het Nederlandse keurteken, dat is afgebeeld in figuur 1, betekent bijvoorbeeld dat de gebruikte legering voor 750/1000 – dus voor driekwart oftewel 75% – uit goud bestaat."

"Een sieraad van 14 karaats goud bestaat in werkelijkheid maar voor iets meer dan de helft uit goud."

"Maar let op," zegt ze, "juweliers hebben hun eigen manier om het goudgehalte aan te geven. Ze gebruiken een speciale eenheid: de karaat. Daar hoort een schaal bij die van 0 tot 24 karaat loopt. 0 karaat is 0% goud, 6 karaat is 25% goud, 12 karaat is 50% goud, 18 karaat is 75% goud en 24 karaat is 100% goud. Als er een 750-keurteken op een voorwerp staat, zal een juwelier zeggen dat het van 18 karaats goud gemaakt is."



figuur 1 Het keurteken voor 75% goud.

Het goudgehalte van 'goud'

In Nederland mogen voor gouden sieraden vier soorten legeringen gebruikt worden. Elk soort legering heeft zijn eigen keurteken (figuur 2). "Deze vier legeringen worden in de winkel gewoon goud genoemd," verduidelijkt Derksen, "al gaat het natuurlijk niet om zuiver goud. Een sieraad van 14 karaats goud bestaat in werkelijkheid maar voor iets meer dan de helft uit goud."

> *"In de Verenigde Staten is '10k gold' – dat voor minder dan de helft uit goud bestaat – heel populair."*

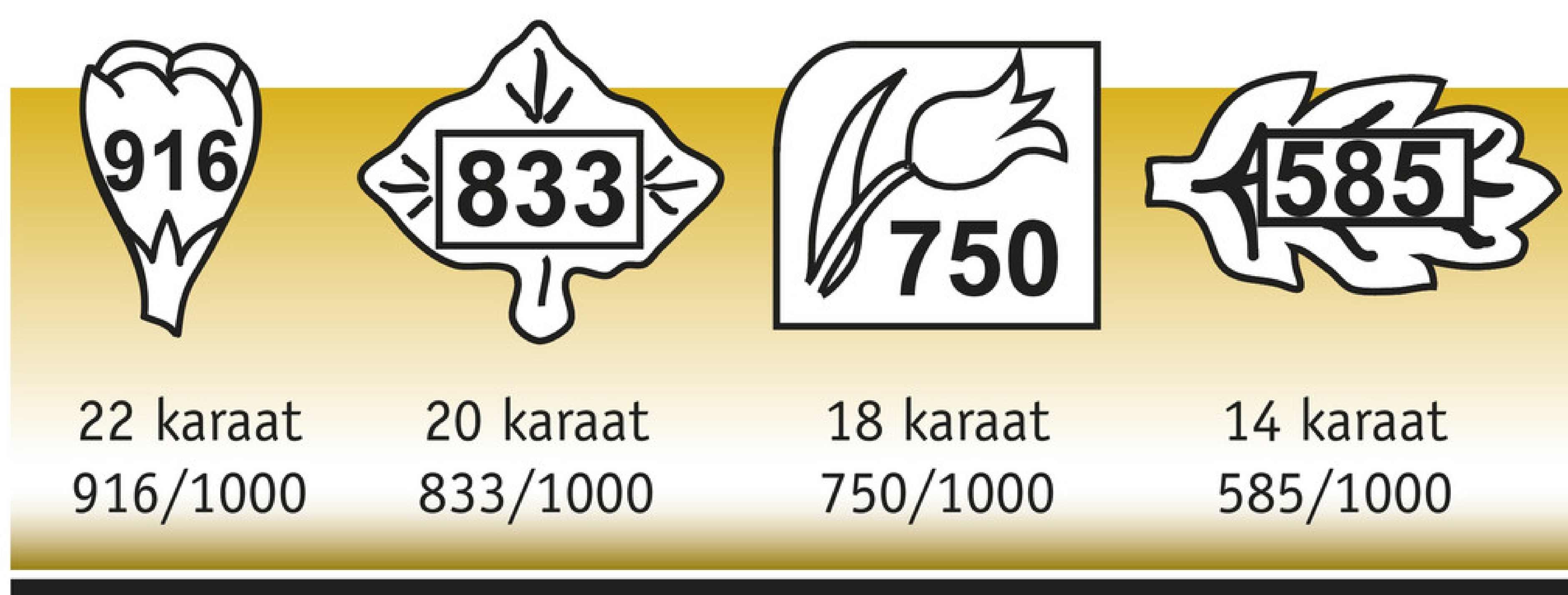
Goud testen

Maar hoe kun je nagaan of het allemaal wel klopt? Zo'n keurteken kan toch ook vervalst zijn? Derksen vertelt dat ze een voorwerp eerst goed bekijkt. "Soms zie je aan een slijtplek dat het om verguld koper of zilver gaat. Ik kijk ook goed of het metaal ergens is aangetast. Als dat zo is, weet je dat het goudgehalte nooit hoog kan zijn."

Daarna laat ze zien hoe ze een gouden armband test. Ze zet drie flesjes op tafel (figuur 3). "Pas op," zegt ze, "dit zijn agressieve zuren die je absoluut niet in je kleren of op je huid moet krijgen." Ze wijst op een flesje met '14 K' op het etiket. "Deze vloeistof heet '14 karaats water'. Maar vergis je niet, dit is salpeterzuur, een gemeen goedje. De meeste metalen lossen er vlot in op, maar goud van 14 karaat of meer kan er wel tegen."

Derksen pakt de armband en wrijft hem stevig over een toetssteen, een vierkant stuk leisteen met een glad oppervlak. In figuur 4 zie je dat er een gele streep op de steen achterblijft. Voorzichtig druppelt ze een beetje van de testvloeistof op de streep, maar er gebeurt niets. "Dat is precies wat je graag wilt zien," zegt Derksen. "Als de streep niet oplost, weet je dat het om echt goud gaat, van minstens 14 karaat."

Ze maakt een nieuwe streep op de toetssteen en pakt nu het flesje met '18 K' erbij. Deze keer verdwijnt de gele streep meteen als ze er een paar druppels testvloeistof op laat vallen. "Je ziet dat het goud nu wel oplost," zegt ze. "Dat betekent dat het goudgehalte lager is dan 18 karaat.



figuur 2 De keurtekens voor de vier legeringen die in Nederland gebruikt mogen worden.



figuur 3 Testvloeistoffen om het goudgehalte in een legering te bepalen.

Waarschijnlijk gaat het om 14 karaats geel goud, dat is een populaire legering."

Dichtheid

"Dit was maar een snelle eerste test," zegt Derksen, "maar het geeft een idee hoe je het goudgehalte kunt testen. Als de uitkomst klopt met het keurteken, zegt dat meestal wel genoeg. En anders kun je nog de dichtheid bepalen, als extra controle. Dat is een andere methode die ook betrouwbare resultaten geeft."

Derksen laat een tabel zien met de dichtheden van verschillende goudlegeringen (tabel 1). "Voor de meeste vervalsingen wordt zilver en koper gebruikt," vertelt ze. "Maar goud is erg zwaar, het heeft een veel grotere dichtheid dan zilver en koper. Dat is voor ons erg handig. Een vervalsing kan er bedrieglijk echt uitzien, zeker als je niet elke dag met goud werkt. Maar als je de dichtheid bepaalt, valt een vervalsing keihard door de mand."
Geloof het of niet: een gouden olympische medaille zou bij zo'n test ook keihard door de mand vallen. De gouden medailles van de Olympische Spelen in 2016 bestonden bijvoorbeeld maar voor 1,2% uit goud, de rest is zilver. Een medaille van 500 g bevat maar 6 g goud, in een dun laagje aan de buitenkant. Het is maar goed dat de sporters niet erg hard op hun gouden plak bijten. Anders konden er weleens een paar tanden sneuvelen...

tabel 1 De dichtheid van enkele goudlegeringen (g/cm^3).

	585 / 14k	750 / 18k	916 / 22k	100 / 24k
geel goud	13,6	15,5	17,8	-
rood goud	13,0	15,0	17,6	-
puur goud	-	-	-	19,3

figuur 4 Het goudgehalte in een legering bepalen.



OPDRACHTEN

1

In de tekst kom je drie manieren tegen om gouden voorwerpen te testen.
Welke stofeigenschap van goud helpt je om 'echt goud' te herkennen:

a als je stevig op een gouden tientje (ouderwets muntstuk) bijt?
b als je een 'goudkras' op een toetssteen test met salpeterzuur?
c als je de massa en het volume van een gouden voorwerp meet?

2

Leonne heeft op vakantie een armband gekocht van '9 karaats goud'.

a Mag deze legering in Nederland 'goud' genoemd worden? Licht je antwoord toe.
b Laat zien dat 9 karaat overeenkomt met 375/1000 oftewel 37,5%.

★ 3

'Geel goud' van 18 karaat heeft een grotere dichtheid dan 'rood goud' van 18 karaat.

a Met welk metaal wordt zuiver goud gemengd
- om het de felgele kleur te geven van 'geel goud'?
- om het de rode gloed te geven van 'rood goud'?

b Vergelijk de dichtheid van de metalen die je bij opdracht a hebt opgeschreven.
Hoe komt het dat 'geel goud' een grotere dichtheid heeft dan 'rood goud'?

Leerstofoverzicht

2.1 STOFFEN IN HUIS

ONTHOUD

- Eigenschappen waaraan je stoffen kunt herkennen, noem je stofeigenschappen. Voorbeelden van stofeigenschappen zijn: geur, kleur, smaak en brandbaarheid.
- Een stof kan op meerdere manieren gevaarlijk zijn:
  - als je de stof inademt;
  - als je de stof inslikt;
  - als je de stof op je kleren, op je huid of in je ogen krijgt;
  - als je met vuur bij de stof komt;
  - als je de stof mengt met een andere stof.

BEGRIPPEN

brandbaarheid
Stofeigenschap die aangeeft hoe goed een stof kan branden.

stofeigenschap
Eigenschap waaraan je een stof kunt herkennen en die je kunt gebruiken om stoffen te onderscheiden.

2.2 ZUIVERE STOFFEN EN MENGSELS

ONTHOUD

- Een mengsel bestaat uit meerdere stoffen. Een zuivere stof bestaat uit één stof.
- Als je een vaste stof mengt met een vloeistof en de vaste stof verdwijnt, dan ontstaat een oplossing. Oplossingen zijn altijd helder. Je kunt erdoorheen kijken.
- Als een vloeibaar mengsel troebel (ondoorzichtig) is, kan het geen oplossing zijn. Zo'n mengsel is een suspensie.
- Met (heet) water, maar ook met andere vloeistoffen, kun je geur-, kleur- en smaakstoffen uit vaste stoffen halen. Je krijgt dan een oplossing. Dit proces noem je extraheren.
- Met een filter kun je een vaste stof van een vloeistof scheiden. In een filter zitten heel kleine gaatjes. De vaste stof die achterblijft in het filter noem je het residu. De vloeistof die door het filter heen gaat, is het filtraat. Dit proces noem je filtreren.

BEGRIPPEN

extraheren
Scheidingsmethode om oplosbare vaste stoffen te scheiden van niet-oplosbare vaste stoffen.

filtraat
Vloeistof die door het filter heen loopt tijdens het filtreren.

filtreren
Scheidingsmethode om een vaste stof te scheiden van een vloeistof met behulp van een filter.

mengsel
Stof die uit twee of meer stoffen bestaat.

oplossing
Mengsel van twee (of meer) stoffen waarbij de opgeloste stof volledig is opgenomen in het vloeibare oplosmiddel.

residu
Deeltjes die achterblijven op het filter nadat alle vloeistof door het filter is gelopen.

suspensie
Vloeistof waarin een fijn verdeeld poeder zweeft.

zuivere stof
Stof die slechts uit één soort stof bestaat.

2.3 MASSA EN VOLUME

ONTHOUD

- Met een weegschaal kun je de massa van een voorwerp of een hoeveelheid stof bepalen. De massa wordt gemeten in de eenheid kilogram (kg). 1 kg = 1000 g.
- Met een maatcilinder kun je het volume van een hoeveelheid vloeistof bepalen. Het volume is de ruimte die de vloeistof inneemt. Je meet het volume in liter (L) of milliliter (mL). 1 L = 1000 mL.
- Van rechthoekige voorwerpen kun je het volume berekenen met de formule: volume = lengte × breedte × hoogte.
- Het volume van onregelmatig gevormde voorwerpen kun je bepalen met de onderdompelmethode.

BEGRIPPEN

massa
Maat die aangeeft uit hoeveel stof een voorwerp bestaat.

onderdompelmethode
Methode om het volume van een voorwerp met een onregelmatige vorm te bepalen.

volume
Maat voor de ruimte die een voorwerp of stof inneemt.

2.4 DICHTHEID

ONTHOUD

- Om te bepalen welke van twee stoffen het ‘lichtst’ is, kun je stoffen eerlijk vergelijken door de massa van 1 cm^3 van beide blokjes te bepalen. Het blokje met de kleinste massa is gemaakt van de ‘lichtste’ stof.
- De dichtheid van een stof geeft aan hoe groot de massa is van een blokje van 1 cm^3 van die stof. De dichtheid is een stofeigenschap.
- Je kunt de dichtheid van een stof berekenen met de formule: dichtheid = $\frac{\text{massa}}{\text{volume}}$.
- Een voorwerp drijft op water als de dichtheid van het voorwerp kleiner is dan de dichtheid van water (1,0 g/cm^3).
- Een voorwerp zinkt in water als de dichtheid van het voorwerp groter is dan de dichtheid van water.
- Een voorwerp zweeft in water als de dichtheid van het voorwerp precies gelijk is aan de dichtheid van water.

BEGRIPPEN

dichtheid
De massa van 1 cm^3 van een stof.


Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

3 Water

VERANDERINGEN ONDERZOEKEN

Sneeuw die opeens begint te smelten, een natte jas die vanzelf weer opdroogt, een glas ijswater dat aan de buitenkant beslaat ... Door dit soort veranderingen te onderzoeken, kom je meer te weten over de wereld om je heen.



1 IJs, water, waterdamp

LEERDOELEN

3.1.1 Je kunt de drie fasen benoemen.
3.1.2 Je kunt de drie fasen van water herkennen in de praktijk.
3.1.3 Je kunt uitleggen waarom ijs en andere vaste stoffen een kenmerkende kristalstructuur hebben.
3.1.4 Je kunt verschillende soorten neerslag beschrijven.
EXTRA 3.1.5 Je kunt uitleggen waarom ijs drijft op water.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	3.1.5
Onthouden	1a	1b, 2b	1c	2a	
Begrijpen		3abc	8ab	9ab	11a
Toepassen		5ab	8c	4, 6, 7	10a, 11b, 12
Analyseren				9cd	10b

Regen, sneeuw, mist, hagel, rijp en dauw zien er heel verschillend uit. Regen bestaat uit doorzichtige druppels, sneeuwvlokken zijn wit en donzig, mist is een dichte, grijze nevel die je het zicht beneemt op de wereld om je heen, enzovoort. Toch gaat het bij al deze weersverschijnselen om dezelfde stof: water.

VAST, VLOEIBAAR EN GASVORMIG

Water komt in de natuur voor:
- als **vaste stof**: ijs;
- als **vloeistof**: (vloeibaar) water;
- als **gas**: waterdamp.

De drie toestanden waarin je water (en andere stoffen) kunt tegenkomen, noem je **fasen**.

De lucht die je uitademt, bevat vrij veel waterdamp. Die waterdamp kun je niet zien: het is een onzichtbaar gas. Als je tegen een koude ruit ademt, koelt de waterdamp in je adem af tegen het koude glas en condenseert. Op het glas verschijnen kleine waterdruppeltjes: de ruit beslaat. Die kleine waterdruppeltjes zie je ook als je bij koud weer uitademt. Voor je mond verschijnt dan een nevelwolkje (figuur 1).



figuur 1 Door de lage temperatuur van de lucht ontstaan er zichtbare ‘nevelwolkjes’.

Vaak wordt de naam 'waterdamp' gebruikt voor een nevel die uit fijne druppeltjes water bestaat. Maar eigenlijk is dat niet juist. Een nevel bestaat uit vloeibaar water, al zijn de druppeltjes zo klein dat je ze niet afzonderlijk kunt zien. Maar al die kleine druppeltjes kunnen je wel nat maken. Dat merk je als je door dichte mist aan het fietsen bent.
Een nevel van hete waterdruppeltjes wordt vaak 'stoom' genoemd. Ook dat is niet juist. Stoom is hete waterdamp. Stoom is dus ook gas dat je niet kunt zien.

KRISTALLEN

Sneeuw bestaat uit ijskristallen: het is een vaste stof. Die kristallen hebben allerlei mooie vormen. In al die verschillende vormen kun je dezelfde zeshoekige structuur herkennen. Deze **kristalstructuur** is kenmerkend voor sneeuw (figuur 2). Elke vaste stof heeft een eigen kenmerkende kristalstructuur.

figuur 2 Sneeuwkristallen hebben altijd een zeshoekige vorm.



Kristallen kunnen microscopisch klein zijn, maar ook centimeters groot. Een stuk bergkristal bestaat uit grote kristallen die aan elkaar zijn vastgegroeid. De kristalstructuur is dan ook met het blote oog goed waarneembaar (figuur 3).



figuur 3 Een stuk bergkristal.

SOORTEN NEERSLAG

Neerslag is water dat uit een wolk valt en de aarde bereikt. Bij het woord **neerslag** denk je waarschijnlijk het eerst aan regen, sneeuw en hagel. Maar er zijn meer soorten neerslag.

- **Dauw** bestaat uit kleine waterdruppeltjes. 's Ochtends kunnen grassprieten en bladeren kletsnat zijn door de dauw.
- **Rijp** bestaat uit enorme aantallen kleine ijskristallen. Rijp kan boomtakken en grassprieten prachtig wit maken.
- **IJzel** is zeer koude regen die bevriest als hij de bevroren grond raakt. Het ijslaagje dat zo ontstaat, is altijd doorzichtig. Het kan straten en wegen spiegelglad maken.



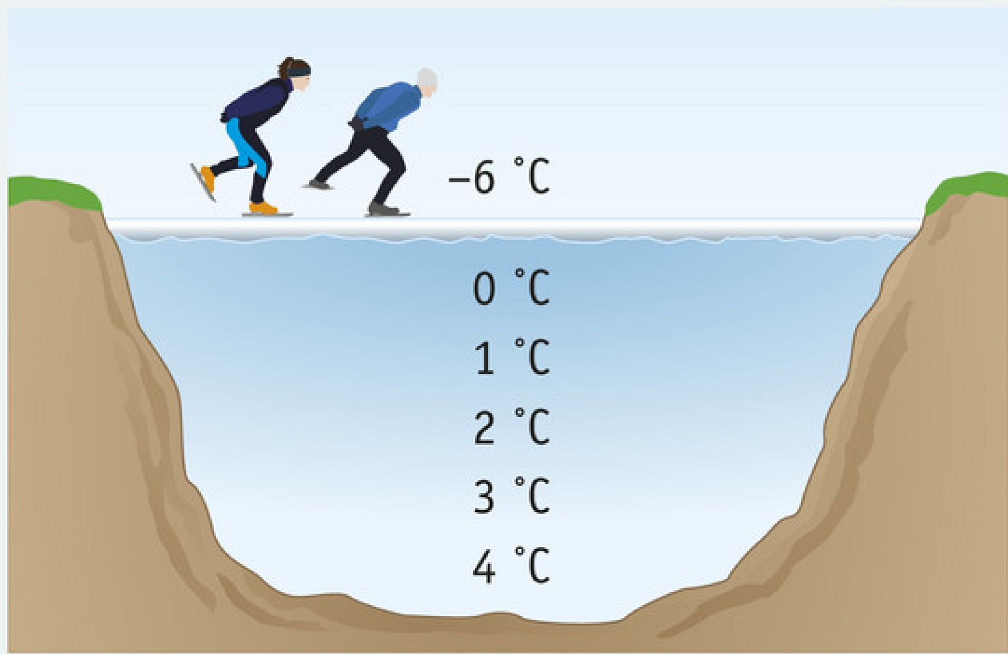
Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA DE DICHTHEID VAN WATER EN IJS

Vloeistoffen krimpen als de temperatuur daalt. Maar water gedraagt zich anders tussen 4 °C en 0 °C. Als water afkoelt, krimpt het net als andere vloeistoffen tot de temperatuur 4 °C is. Maar als water nog verder afkoelt, van 4 °C tot 0 °C, gaat het juist weer uitzetten. Dat betekent dat 1 g water van 0 °C een groter volume heeft dan 1 g water van 4 °C. Als je de massa deelt door het volume om de dichtheid te berekenen, vind je dat de dichtheid van water van 0 °C kleiner is dan de dichtheid van water van 4 °C. Daarom drijft water van 0 °C op water van 4 °C.

Als het water daarna bevriest, zet het nog verder uit. De dichtheid van ijs is daardoor weer kleiner dan de dichtheid van water van 0 °C: IJs drijft op het water van 0 °C.

Op een winterdag ziet het temperatuurverloop in een meertje er dan uit zoals in figuur 4 getekend is. Op de bodem zit het wat warmere water dat niet bevriest, omdat de temperatuur daar boven 0 °C is. Vissen en waterplanten kunnen daardoor in leven blijven. Waterdieren zoeken de bodem van het meertje op. Als de ijslaag op een meertje door strenge vorst dikker wordt, gebeurt dat dus niet op de bodem van dat meertje (want daar zit het warmere water), maar juist aan de bovenkant.



figuur 4 Temperatuurverloop in een meertje.

LEERSTOF

1 Vul in.

a De meeste stoffen kunnen voorkomen in drie fasen: ....

....

b IJs is een ...., (vloeibaar) water een .... en waterdamp een ....

c De ijskristallen in sneeuw hebben allemaal dezelfde .... structuur.

2 In deze paragraaf worden zes soorten neerslag genoemd.

a Schrijf die zes soorten neerslag in tabel 1.

b Noteer achter elke soort neerslag in welke fase het water zich bevindt.

tabel 1 Neerslag en fase.

neerslag	fase

TOEPASSING

3 In figuur 5 zie je een ketel met kokend water.

a In welke fase is het water bij A?

b In welke fase is het water bij B?

c Hete waterdamp wordt ook wel stoom genoemd.
Waar is het water stoom, bij A of bij B? Licht je antwoord toe.



figuur 5 In welke fasen is het water?

4 Mist bestaat uit kleine druppeltjes vloeibaar water die in de lucht zweven.
Hoe merk je dat als je door dichte mist loopt of fietst?

5 De foto in figuur 6 is vlak na een ijzelbui gemaakt. De ijzel heeft een doorzichtig laagje gevormd op een tak.

a In welke fase bevond het water zich toen het de tak raakte? Waaraan zie je dat?

b In welke fase bevond het water zich toen de foto werd gemaakt? Waaraan zie je dat?



figuur 6 Een close-up van een ijzellaagje op een tak.

6 IJzel is bevroren water (figuur 6). Rijp is bevroren waterdamp (figuur 7). Het verschil kun je goed voelen.
Welk verschil neem je waar als je eerst een takje met ijzel en daarna een takje met rijp in je hand houdt?



figuur 7 Een close-up van een laagje rijp op een tak.

7 Als het heeft geijzeld, dragen mensen soms spikes onder hun schoenen (figuur 8).
Leg uit waarom ze dat doen.



figuur 8 Spikes onder een schoen.

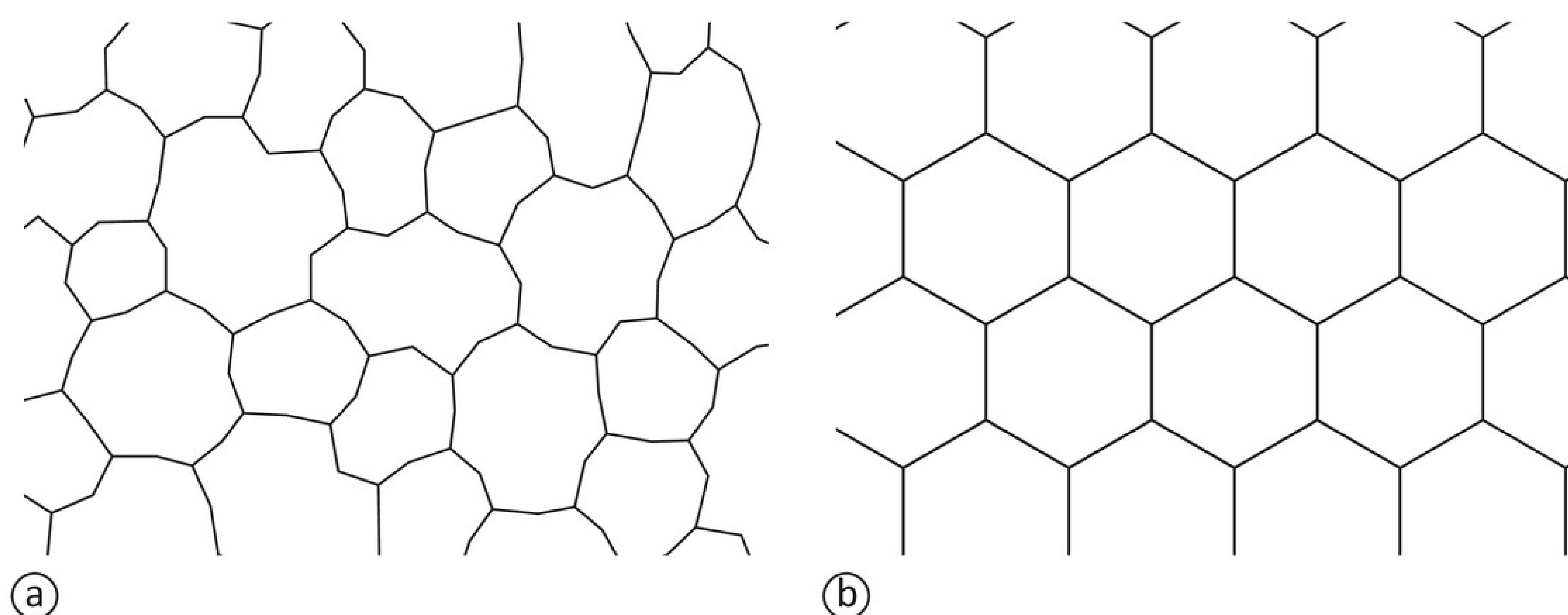
8 In figuur 9 zie je twee structuren van stoffen.

a Heeft stof a een kristalstructuur? *ja / nee*

b Heeft stof b een kristalstructuur? *ja / nee*

c Leg uit hoe je dat kunt zien.

figuur 9 Twee structuren van vaste stoffen.



★ 9 Erik beweert dat ijzel en hagel veel op elkaar lijken.

a Noteer een verschil tussen ijzel en hagel.
b Noteer een overeenkomst tussen ijzel en hagel.
c Noteer een argument voor de bewering van Erik.
d Noteer een argument tegen de bewering van Erik.



Test je kennis met de *Test jezelf*.

EXTRA DE DICHTHEID VAN WATER EN IJS

10 Een ijsblokje is 3,2 cm lang, 2,0 cm breed en 1,6 cm hoog. De massa van het ijsblokje is 9,2 g.

a Bereken de dichtheid van ijs.
b Wat gebeurt er met de massa en het volume als het ijsblokje smelt?
- ○ A De massa blijft gelijk en het volume wordt groter.
- ○ B De massa blijft gelijk en het volume wordt kleiner.
- ○ C De massa wordt groter en het volume blijft gelijk.
- ○ D De massa wordt kleiner en het volume blijft gelijk.

11 In de winter kunnen leidingen met water erin kapotvriezen.

a Hoe komt het dat de leidingen dan ‘zomaar’ kapotgaan?
b Leg uit hoe je kunt voorkomen dat er schade ontstaat aan:
- de waterleidingbuizen van een huis;
- het koelsysteem van een auto.

12 Inge is op zoek naar een cadeau voor Moederdag. In de folder van een tuincentrum vindt ze een advertentie voor terracotta bloempotten (figuur 10).
Waarom moet je deze bloempotten ’s winters op een droge plek bewaren?

AANBIEDING
Diverse maten terracotta buitenbloempotten voor een lieve moederdagprijs.
De potten bevatten zeer kleine openingen, waardoor ze veel water kunnen opzuigen.
Dit betekent dat u de planten minder vaak water hoeft te geven.
Let op: de potten moeten in de winter binnen worden gezet.



figuur 10 Een mooi cadeau.

2 Temperatuur

LEERDOELEN

3.2.1 Je kunt de onderdelen van een vloeistofthermometer benoemen.
3.2.2 Je kunt uitleggen hoe een vloeistofthermometer werkt.
3.2.3 Je kunt uitleggen wat het meetbereik van een thermometer is.
3.2.4 Je kunt een thermometer voorzien van een schaalverdeling in graden Celsius door gebruik te maken van het smeltpunt van ijs en het kookpunt van water.
EXTRA 3.2.5 Je kunt uitleggen waarom en hoe op een vliegveld snel de lichaamstemperatuur van reizigers gemeten wordt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	3.2.1	3.2.2	3.2.3	3.2.4	3.2.5	1.3.3*
Onthouden	1b, 2	1a		1c		3c
Begrijpen		3ae	3d, 5, 7bc, 8abc	6b	3b, 10ac, 11a	
Toepassen		4	8d	6a	11bc	
Analyseren			7a, 9ab		10b	

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

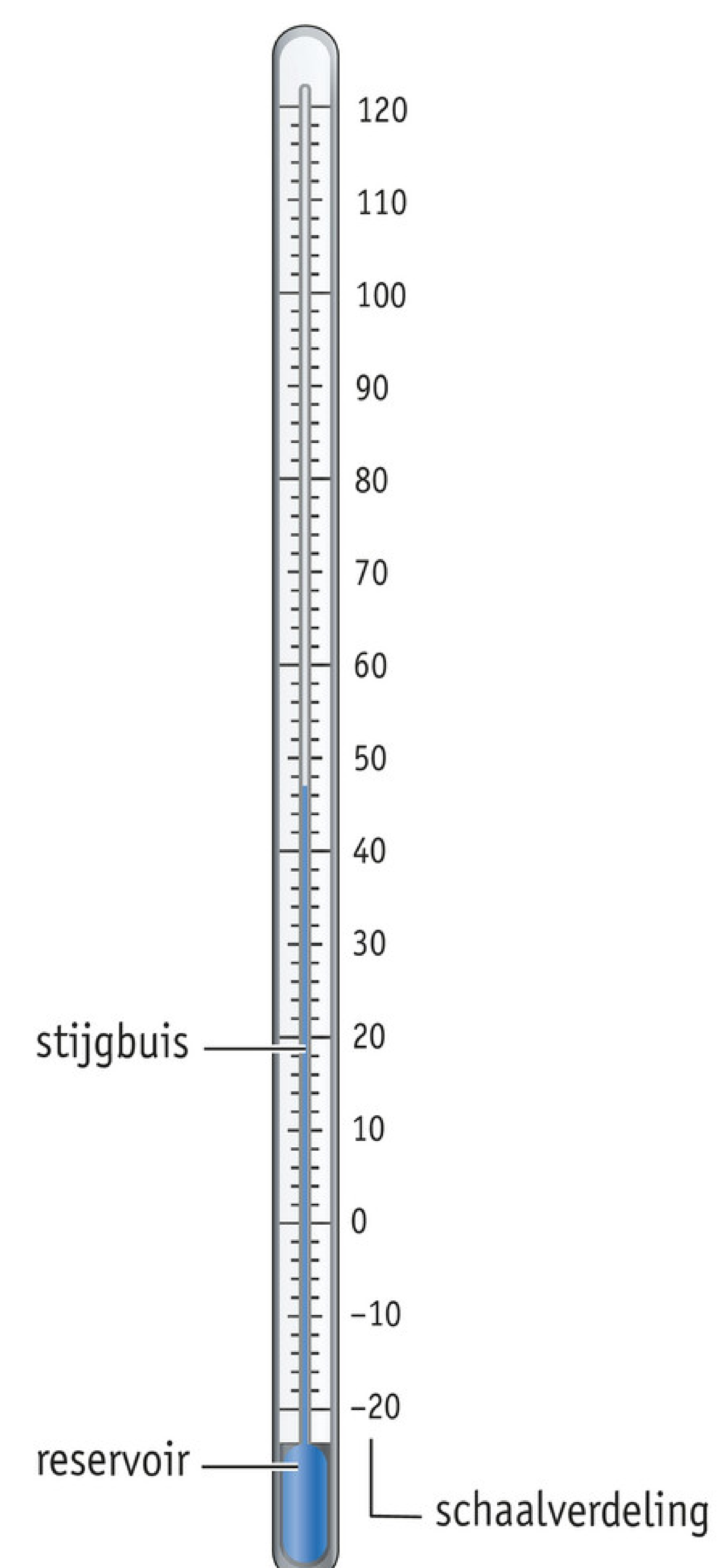
Als je op de fiets naar school gaat, twijfel je weleens: moet ik nu een jas aan of niet? Je kunt even naar buiten gaan om te voelen hoe warm of koud het is. Dan merk je vanzelf of het warm genoeg is om zonder jas te fietsen. Maar als jij het warm genoeg vindt, hoeft een ander dat nog niet te vinden.

DE VLOEISTOFTHERMOMETER

Als je temperaturen betrouwbaar wilt vergelijken, heb je een meetinstrument nodig: de **thermometer**. Jij kunt het 'flink koud' hebben, terwijl een ander het 'lekker fris' vindt. Maar met een goed werkende thermometer vind je allebei dezelfde waarde voor de temperatuur; bijvoorbeeld dat het 14 °C (graden Celsius) is.

Een bekend soort thermometer is de **vloeistofthermometer**. Zo'n thermometer bestaat uit een **reservoir** en een **stijgbuis**. Langs de stijgbuis is een schaalverdeling aangebracht. Het reservoir en een deel van de stijgbuis zijn gevuld met alcohol (figuur 1).

Als de temperatuur stijgt, zet de alcohol uit. De alcohol gaat dan in de buis omhoog. Als de temperatuur daalt, krimpt de alcohol en gaat het vloeistofniveau weer naar beneden. Omdat de buis erg nauw is, zie je de alcohol al stijgen of dalen bij kleine temperatuurverschillen.



figuur 1 Een vloeistofthermometer.

DE CELSIUSSCHAAL

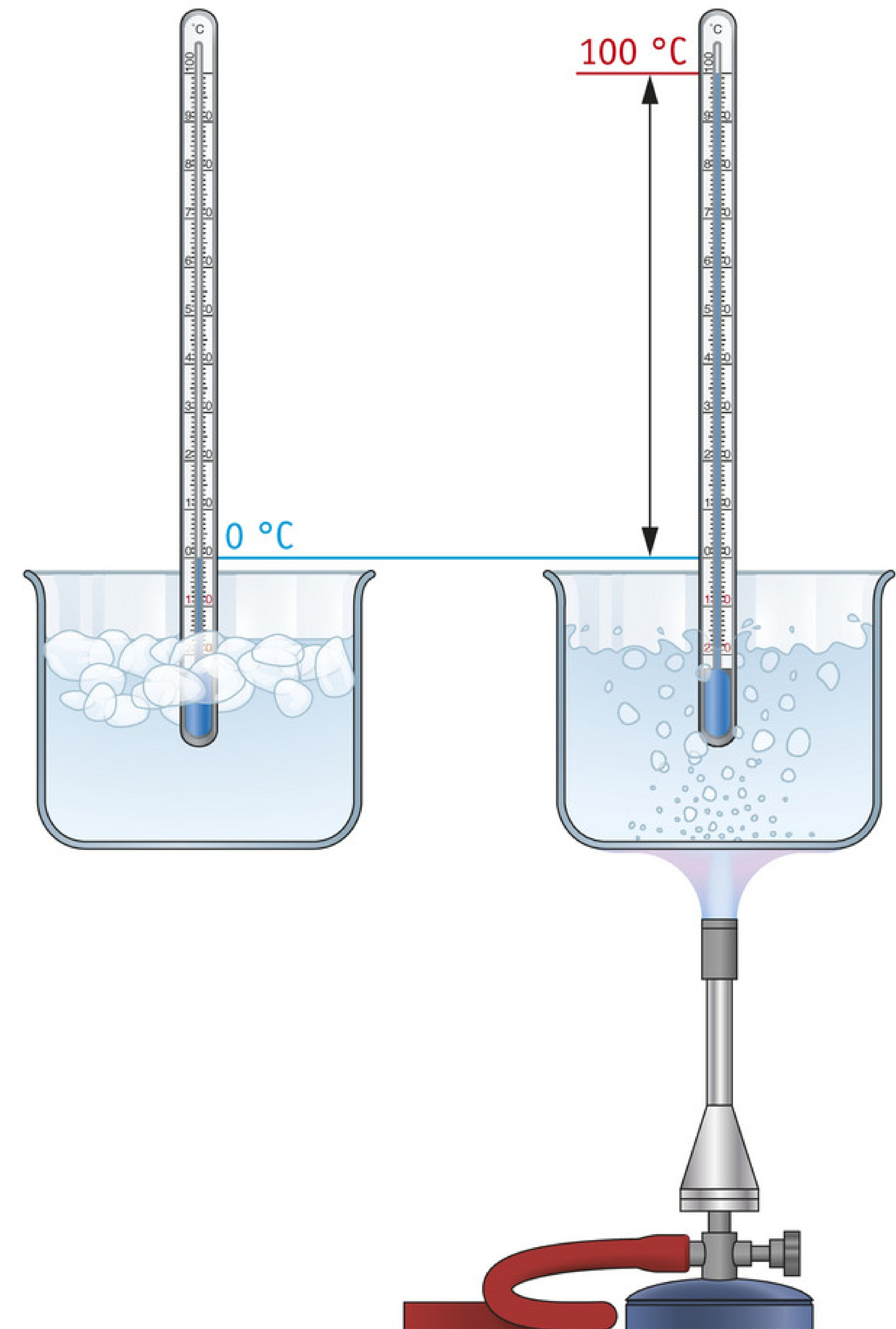
PROEF 1

Je leest de temperatuur af door de hoogte van de vloeistof te vergelijken met de schaalverdeling langs de stijgbuis. In het dagelijks leven worden thermometers gebruikt met een schaalverdeling in °C.

In figuur 2 zie je hoe deze schaalverdeling wordt gemaakt.

1 Neem als nulpunt (0 °C) het niveau van de vloeistof bij de temperatuur van smeltend ijs.
2 Neem als honderdpunt (100 °C) het niveau van de vloeistof bij de temperatuur van kokend water.
3 Verdeel de afstand tussen deze twee punten met streepjes in tien gelijke delen. Tussen de streepjes zit dan telkens een verschil van 10 °C.
4 Zet ten slotte ook streepjes met dezelfde tussenruimte onder het nulpunt en boven het honderdpunt.

Onthoud:
- het smeltpunt van ijs = 0 °C;
- het kookpunt van water = 100 °C.



figuur 2 Zo maak je een schaalverdeling voor de temperatuur.

Het verschil tussen de hoogste en laagste temperatuur die je met een thermometer kunt meten, noem je het meetbereik van de thermometer. Het meetbereik van de thermometer in figuur 1 loopt van –20 °C tot 120 °C.

SOORTEN THERMOMETERS

Behalve de vloeistofthermometer zijn er nog meer soorten thermometers. In figuur 3 en 4 zie je daar twee voorbeelden van.

De oventhermometer in figuur 3 heeft een wijzer die langs een schaalverdeling in °C beweegt. Bij het aflezen moet je er goed op letten welke temperatuur elk streepje voorstelt (net als bij een vloeistofthermometer).

De koortsthermometer in figuur 4 werkt elektronisch. De temperatuur wordt aangegeven met cijfers op een klein scherm. Daardoor zie je in één oogopslag hoe hoog de temperatuur is.



figuur 3 Een oventhermometer.



figuur 4 Een elektronische koortsthermometer.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA TEMPERATUUR METEN OP VLIEGVELDEN

Met een ernstige besmettelijke ziekte mag je niet reizen. Zo voorkom je dat je andere mensen infecteert, die dan ook ziek worden. In 2020 besmette het coronavirus wereldwijd miljoenen mensen met veel doden tot gevolg. Mensen die besmet waren met het coronavirus, mochten toen niet meer vliegen. Van het coronavirus krijgen de meeste mensen koorts. Hun lichaamstemperatuur is dan hoger dan 38 °C.

Om die reden wordt op vliegvelden de temperatuur van reizigers gemeten. Om van veel mensen in een korte tijd de temperatuur te kunnen meten, worden warmtestralingsthermometers gebruikt. Ieder mens zendt namelijk warmtestraling uit. Deze warmtestraling kun je met het blote oog niet zien, maar een warmtestralingsthermometer neemt deze straling wel waar. Hoe hoger de lichaamstemperatuur, hoe meer warmtestraling dat lichaam uitzendt.

Een warmtestralingsthermometer maakt een thermogram (figuur 5). Dat is een plaatje waarbij verschillende temperaturen met verschillende kleuren worden aangeduid. Door de kleuren in het thermogram te bekijken, is de temperatuur vast te stellen. Als iemand koorts heeft, mag hij of zij het vliegtuig of het land niet in.



figuur 5 Thermogram van een groep mensen.

LEERSTOF

1 Vul in.

a De vloeistof in een vloeistofthermometer:

- krimpt als de temperatuur ....;
- zet uit als de temperatuur ....

b Het reservoir van een vloeistofthermometer is gevuld met ....

c In het dagelijks leven wordt de temperatuurschaal van .... gebruikt. Deze schaal gaat uit van twee vaste punten:

- 0 °C: de temperatuur van ....;
- 100 °C: de temperatuur van ....

2 Uit welke twee onderdelen bestaat een vloeistofthermometer?

TOEPASSING

3 In figuur 6 zie je vier verschillende thermometers.

a Lees elke thermometer zo nauwkeurig mogelijk af.

thermometer a: .... °C

thermometer b: .... °C

thermometer c: .... °C

thermometer d: .... °C

b Welke thermometer kun je het gemakkelijkst aflezen?
thermometer *a / b / c / d*

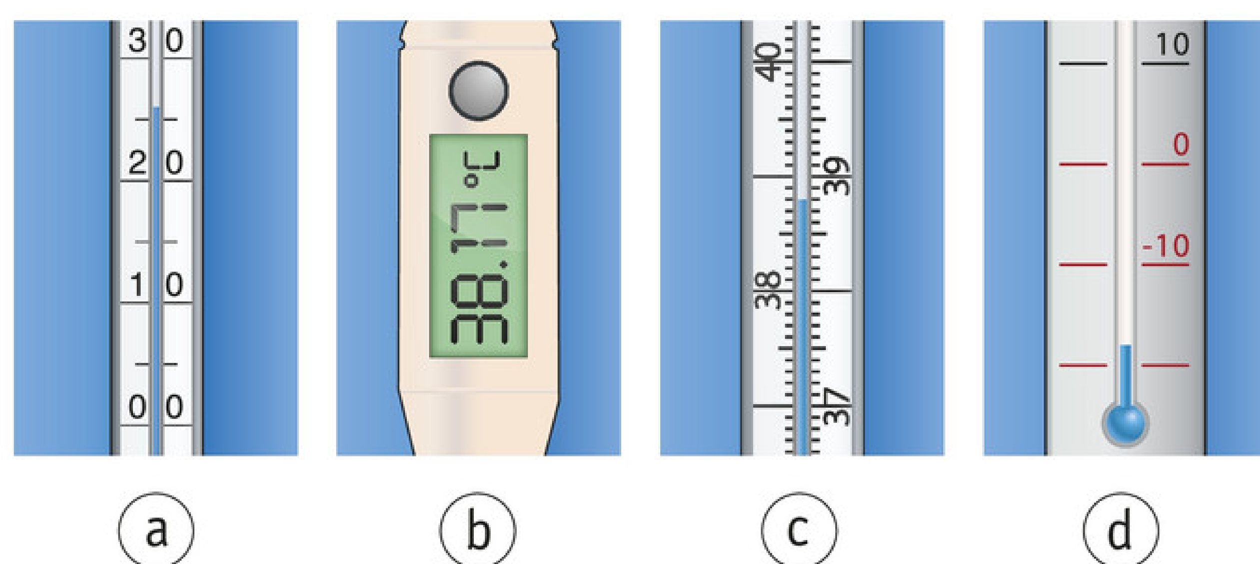
c Hoe noem je zo'n gemakkelijk afleesbare thermometer?

een .... thermometer

d Zet de thermometers in volgorde van nauwkeurigheid. Zet de meest nauwkeurige voorop.

e Welke thermometers geven de temperatuur aan met een stof die kan uitzetten en krimpen?

figuur 6 Vier thermometers.

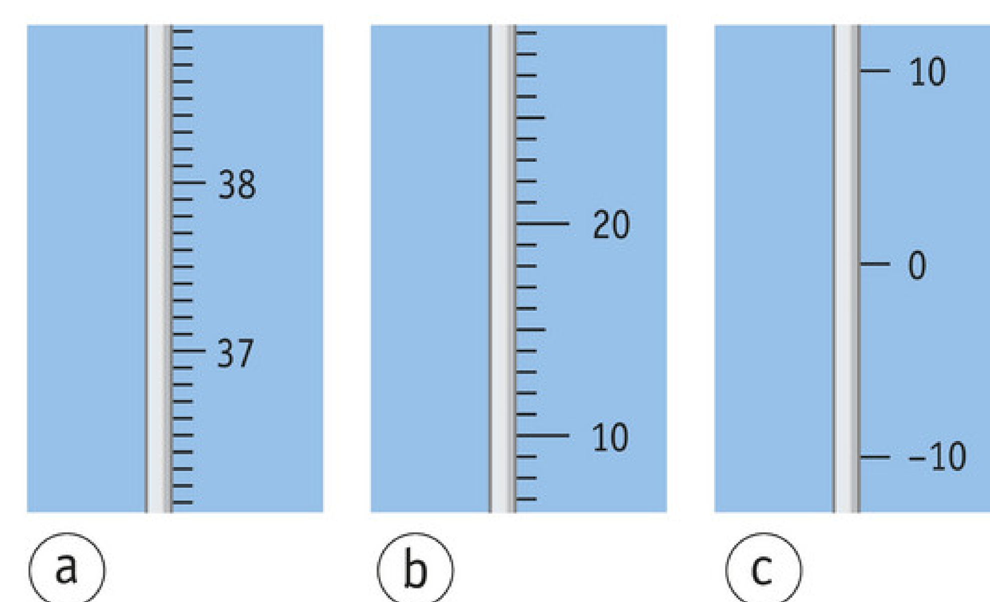


4 In figuur 7 zie je de schaalverdelingen van drie thermometers.

- Thermometer a geeft 37,3 °C aan.
- Thermometer b geeft 18,5 °C aan.
- Thermometer c geeft –7,5 °C aan.

Teken hoe hoog de alcohol in elke thermometer staat.

figuur 7 Schaalverdeling van drie thermometers.



5 In figuur 8 zie je drie thermometers.
In een oven kan de temperatuur stijgen tot boven 200 °C. Om de temperatuur in deze oven te meten, gebruik je thermometer *a / b / c*.

figuur 8 Drie thermometers.



a



b



c

6 Henk heeft op een thermometer zonder schaalverdeling het nulpunt en het honderdpunt aangegeven (figuur 9).

a Verdeel in figuur 9 de ruimte tussen 0 en 100 met streepjes in tien gelijke delen. Zet bij die streepjes de getallen 10 tot en met 90.

b Welke temperatuur geeft de thermometer van Henk op dit moment aan?

7 Tussen de graadstrepen van een vloeistofthermometer zit steeds een bepaalde afstand.

a Hoe moet je de stijgbuis en het reservoir aanpassen als je een grotere afstand wilt tussen de graadstrepen?

- ○ A De stijgbuis nauwer maken en het reservoir groter.
- ○ B De stijgbuis nauwer maken en het reservoir kleiner.
- ○ C De stijgbuis wijder maken en het reservoir groter.
- ○ D De stijgbuis wijder maken en het reservoir kleiner.

b Welk voordeel heeft een grotere afstand tussen de graadstrepen?

c Welke nadelen heeft een grotere afstand tussen de graadstrepen?

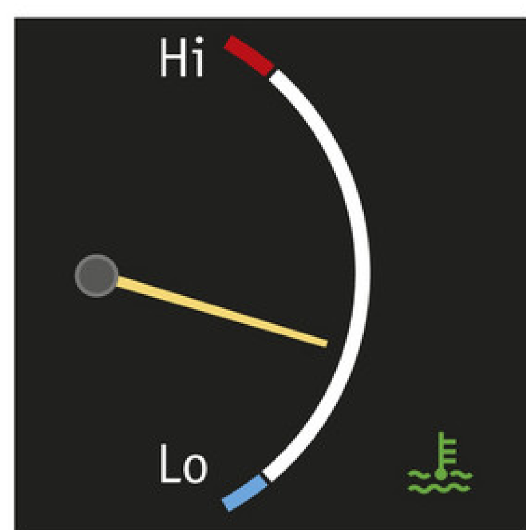
8 Automotoren worden gekoeld met een koelvloeistof. Op het dashboard wordt aangegeven hoe hoog de temperatuur van de koelvloeistof is (figuur 10).

a In hoeveel delen is de temperatuurschaal verdeeld?

b Wat betekenen de aanduidingen ‘Hi’ en ‘Lo’?

c Waar zal de wijzer staan als de motor net gestart is?

d Waarom is voor een automobilist deze temperatuurschaal handiger dan een schaal in °C?



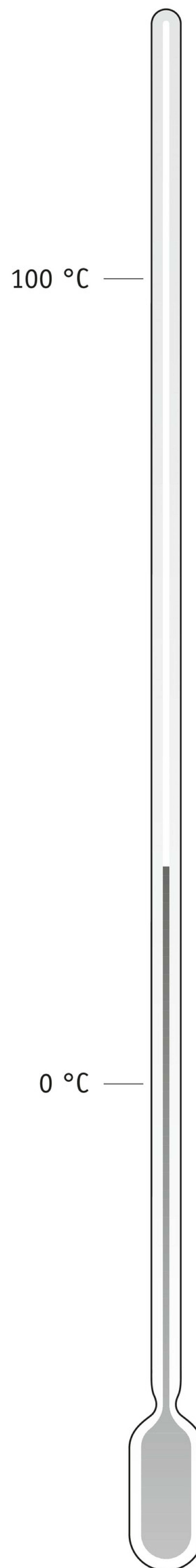
figuur 10 De temperatuurschaal van een auto.

★ 9 Je doet in twee bekers gelijke hoeveelheden kraanwater en zet in beide bekers een thermometer.
De thermometer in beker 1 geeft 17 °C aan, de thermometer in beker 2 geeft 16,5 °C aan.

a Bedenk zelf ten minste twee verklaringen voor het verschil in temperatuur.

b Hoe kun je snel nagaan of het verschil (ook) aan de thermometers ligt?

 Test je kennis met de *Test jezelf*.



figuur 9 Een thermometer zonder schaalverdeling.

EXTRA TEMPERATUUR METEN OP VLIEGVELDEN

10 Een oorthermometer is veel nauwkeuriger dan een warmtestralingsthermometer.

a Waarom wordt op een vliegveld de temperatuur van de reizigers niet gemeten met een oorthermometer?

b Waarom wordt een warmtestralingsthermometer op het hoofd van reizigers gericht?

c Sommige reizigers moeten, nadat hun temperatuur met een warmtestralingsthermometer is bepaald, een tweede meting met een oorthermometer ondergaan.
Waarom wordt dat gedaan?

11 In figuur 11 zie je een thermogram van het hoofd van een passagier.

a Welk lichaamsdeel heeft de laagste temperatuur?

b Waarom is de temperatuur van dat lichaamsdeel het laagst?

c Het voorhoofd heeft een hoge temperatuur.
Hoe zou dat komen?



figuur 11 Thermogram van een reiziger.

3 Veranderen van fase

LEERDOELEN

3.3.1 Je kunt de zes fase-overgangen van stoffen beschrijven.

3.3.2 Je kunt beschrijven hoe de fase-overgangen van water een belangrijke rol spelen bij allerlei weersverschijnselen.

EXTRA 3.3.3 Je kunt uitleggen hoe je oploskoffie maakt met vriesdrogen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN		
	3.3.1	3.3.2	3.3.3
Onthouden	1abcdef, 3ab	2abcd, 4b	
Begrijpen	3c, 6bcdeg, 7ab, 8c	2e, 4a, 5, 6af, 8b, 9a	
Toepassen		8a	10, 11a
Analyseren		9b	11b

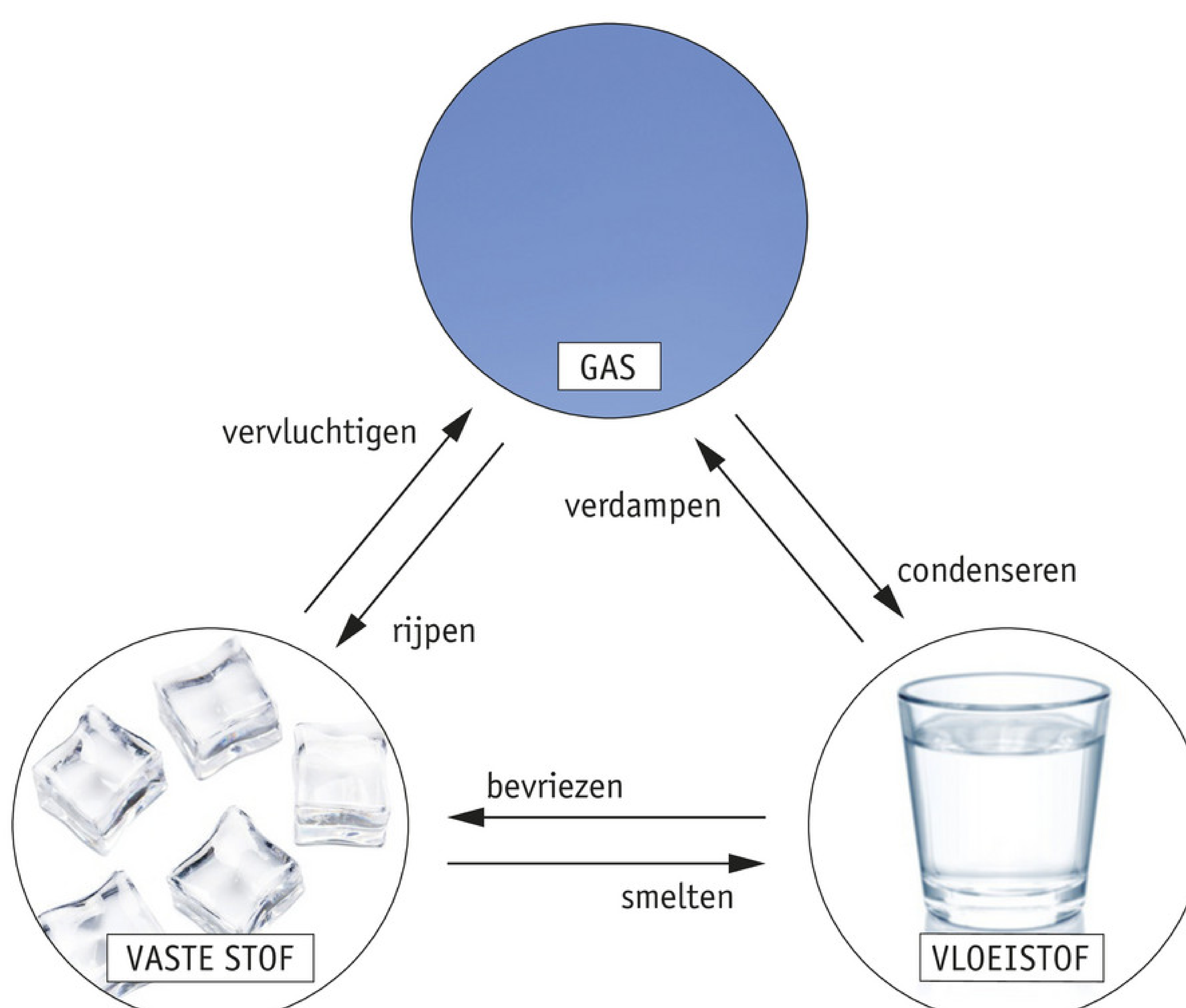
Het weer kan plotseling omslaan. Een zomerdag kan beginnen met een strakblauwe lucht en eindigen met een flinke onweersbui. ’s Winters zijn bomen en struiken na een koude nacht soms opeens bedekt met een dikke laag rijp. Als de dooi invalt, wordt het ijs waar je gisteren nog op schaatste, snel onbetrouwbaar. In al deze situaties heb je te maken met water dat van fase verandert.

FASE-OVERGANGEN

Als ijs smelt, zie je water van fase veranderen: van vast wordt het vloeibaar. Daarom noem je smelten een **fase-overgang**.

Er zijn zes fase-overgangen (figuur 1):

- **smelten**: een vaste stof wordt een vloeistof;
- **verdampen**: een vloeistof wordt een gas;
- **condenseren**: een gas wordt een vloeistof;
- **stollen**: een vloeistof wordt een vaste stof;
- **rijpen**: een gas wordt een vaste stof;
- **vervluchtigen**: een vaste stof wordt een gas.



figuur 1 De fase-overgangen in schema.

Voor de overgang van vloeistof naar vaste stof bestaan twee woorden: stollen en **bevriezen**. Van water zeg je dat het bevriest, van kaarsvet dat het stolt. Welk woord je gebruikt, hangt af van de temperatuur. Als een vloeistof vast wordt bij een temperatuur van 0 °C of lager, noem je dat 'bevriezen'. Als hetzelfde gebeurt bij een hogere temperatuur, gebruik je het woord 'stollen'.

FASE-OVERGANGEN EN HET WEER

De fase-overgangen van water spelen een belangrijke rol bij allerlei weersverschijnselen.

Bevriezen

Als het vriest, verschijnt er een laag ijs op het water in plassen en vijvers. Het bovenste laagje water bevriest: van vloeibaar wordt het vast. Als het ijs dik genoeg is, kun je erop schaatsen.

Smelten

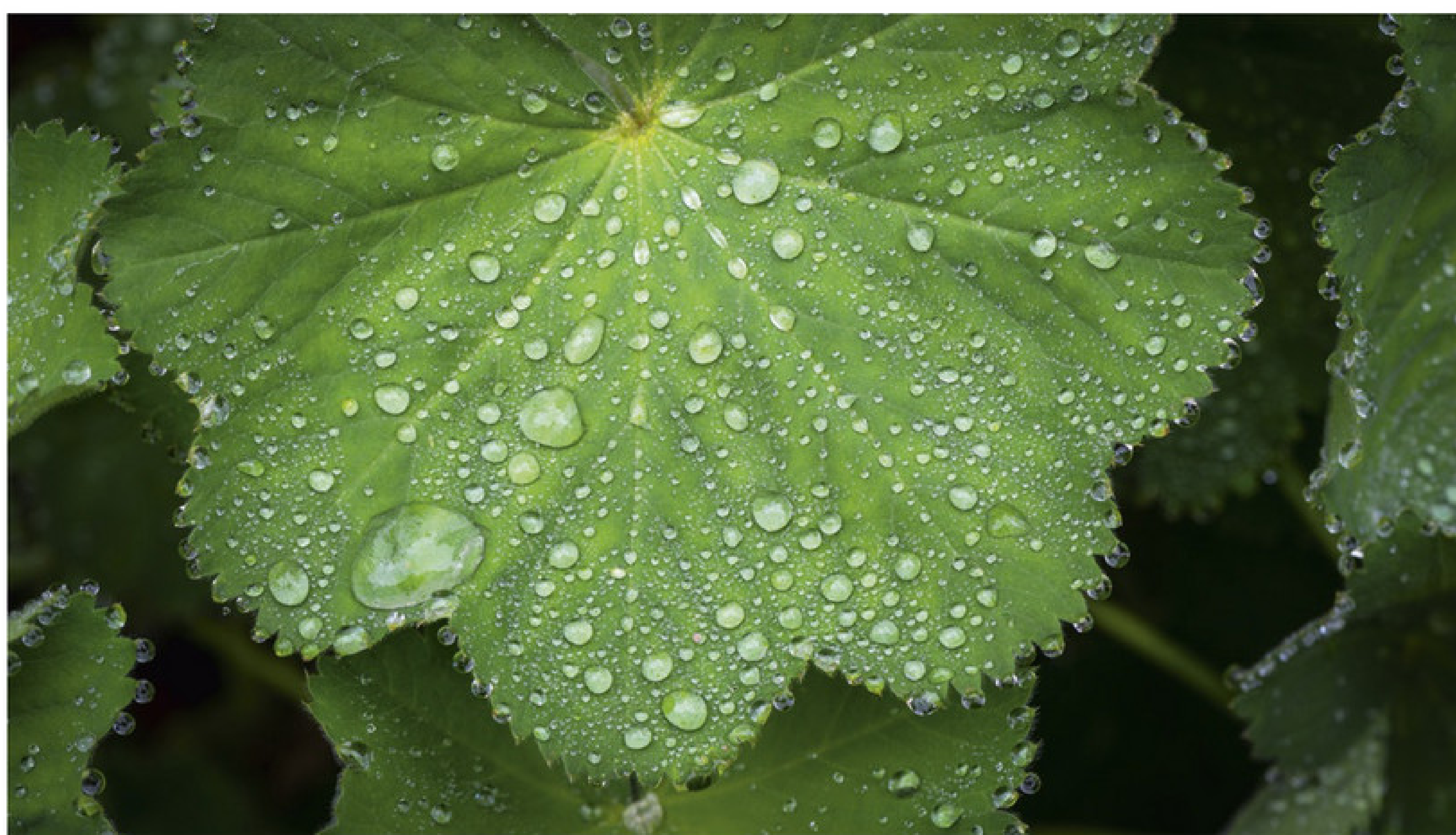
Als het gaat dooien, smelt de ijslaag op plassen en vijvers snel weg. Boomtakken die pas nog wit waren van de rijp, worden nu weer kaal, terwijl de waterdruppels naar beneden vallen. Vast ijs wordt weer vloeibaar water.

Verdampen

Als na een regenbui de zon schijnt, zijn de straten al gauw weer droog. Plassen worden steeds kleiner en verdwijnen ten slotte helemaal. Dat komt doordat het regenwater bij warm weer snel verdampt: zichtbaar water wordt onzichtbare waterdamp.

Condenseren

Als warme lucht 's nachts afkoelt tegen een koud voorwerp, condenseert de waterdamp die erin zit. Op grassprieten en bladeren verschijnen dan kleine waterdruppels (figuur 2). Onzichtbare waterdamp wordt zichtbaar water.



figuur 2 Dauw bestaat uit kleine waterdruppels.

Rijpen

Als de temperatuur 's nachts daalt tot onder 0 °C, ontstaat er geen dauw, maar rijp. De waterdamp in de lucht gaat over in kleine ijskristallen die boomtakken en grassprieten een prachtig wit uiterlijk geven.

Vervluchtigen

Als de lucht erg koud en droog is, wordt een laag sneeuw geleidelijk dunner. Dat komt doordat ijs onder die omstandigheden langzaam verandert in waterdamp. Er zijn ook stoffen die snel vervluchtigen, zoals vast koolstofdioxide ('droog ijs').

 **Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.**

EXTRA VRIESDROGEN

De temperatuur speelt een belangrijke rol bij allerlei fase-overgangen. Water verdampt bijvoorbeeld sneller als de temperatuur stijgt. Daarom blaast een föhn hete lucht door je natte haren. De warme lucht neemt het water veel gemakkelijker op dan koude lucht. Daardoor droogt je haar sneller.

Minder bekend is dat je dingen ook kunt drogen bij temperaturen die ver onder het vriespunt liggen. Dit wordt vriesdrogen genoemd. Deze droogtechniek wordt onder andere gebruikt om oploskoffie te maken (figuur 3). Dat gaat als volgt:

- Eerst wordt sterke koffie gezet. De vloeistof wordt meteen daarna bevroren.
- Het koffie-ijs wordt vermalen tot korreltjes. Die korreltjes gaan naar een speciale drukkamer waar de lucht uit weggezogen wordt.
- In de drukkamer vervluchtigt het ijs tot waterdamp, die net als de lucht meteen wordt weggezogen. Er blijft een bruin poeder over: de oploskoffie.



figuur 3 Oploskoffie wordt gemaakt door pas gezette koffie te vriesdrogen.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Condenseren is de fase-overgang van .... naar ....

b Rijpen is de fase-overgang van .... naar ....

c Bevriezen is de fase-overgang van .... naar ....

d Smelten is de fase-overgang van .... naar ....

e Vervluchtigen is de fase-overgang van .... naar ....

f Verdampen is de fase-overgang van .... naar ....

2 Welke fase-overgang is er de oorzaak van dat:

a het gras ’s ochtends vroeg nat is van de dauw?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

b een straat na een regenbui snel weer opdroogt?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

c de takken van bomen en struiken zijn bedekt met een witte laag, terwijl het niet gesneeuwd heeft?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

d een sneeuwlaag bij strenge vorst steeds dunner wordt?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

e je bij koud weer een nevelwolkje uit je mond ziet komen?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

3 Deze opdracht gaat over de woorden ‘stollen’ en ‘bevriezen’.

a Welke fase-overgang wordt met deze woorden aangeduid?

b Wanneer gebruik je ‘bevriezen’? En wanneer ‘stollen’?

c Wat zeg je dus?
het kaarsvet bevriest / het kaarsvet stolt

4 Een dik pak sneeuw verdwijnt zo gauw de temperatuur boven 0 °C komt. Het gaat dan dooien.

a Met welke fase-overgang heb je te maken als het dooit?

b Maar ook als het blijft vriezen wordt de hoeveelheid sneeuw minder.
Met welke fase-overgang heb je te maken als er sneeuw verdwijnt terwijl het nog vriest?

TOEPASSING

5 Ook bij vorst kun je nat wasgoed gewoon aan de lijn hangen. Het is dan al gauw stijf bevroren. Toch kun je het wasgoed een dag later bijna droog binnenhalen.
Hoe kan het dat het wasgoed na 24 uur in de vrieskou bijna droog is?

6 Met welke fase-overgang heb je te maken:

a als je natte kleren na een regenbui weer opdrogen in de wind?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

b als de ruiten van een auto op een koude dag beslaan?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

c als je ijsblokjes maakt in het vriesvak van de koelkast?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

d als je een zak met ijsklontjes uit de diepvries laat ontdooien?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

e als het water in een vogeldrinkbakje langzaam verdwijnt?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

f als je bij een tankstation een sterke benzinegeur ruikt?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

g als de takken van een boom ’s nachts wit worden terwijl het niet sneeuwt?
bevriezen / condenseren / rijpen / smelten / verdampen / vervluchtigen

7 Als je op een warme dag een flesje frisdrank uit de koelkast pakt, beslaat dit aan de buitenkant.

a Hoe komt dat?

b Met welke fase-overgang heb je hier te maken?

8 Als Achmed thuiskomt en de kamer binnenstapt, beslaan zijn brillenglazen meteen.

a Wat kun je zeggen over de temperatuur binnen en buiten?

b Waar komen de waterdruppeltjes vandaan die Achmeds brillenglazen wazig maken?

c Om welke fase-overgang gaat het hier?

★ 9 In de zomer gebeurt het soms dat meteen na een hevige regenbui de zon weer fel schijnt. In zo'n geval kan er een nevel ontstaan boven een asfaltweg (figuur 4).

a Mensen zeggen dan dat "de weg dampt". Maar is wat je ziet wel damp? Leg je antwoord uit.

b Verklaar waardoor de nevel ontstaat. Tip: de nevel is het gevolg van twee fase-overgangen die vlak na elkaar plaatsvinden.



figuur 4 Zo'n 'dampende weg' zie je bij felle zon na hevige regen.

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

EXTRA VRIESDROGEN

10 Oploskoffie wordt gemaakt door eerst sterke koffie te zetten en die te vriesdrogen. Leg uit waarom er sterke koffie wordt gezet. Welk voordeel heeft dat?

★ 11 In de supermarkt zijn pakjes te koop met soep in poedervorm. Dit poeder wordt geproduceerd met behulp van een vriesdroogproces.

a Leg stap voor stap uit hoe het poeder in zo'n pakje wordt gemaakt.

b Wat is het voordeel voor een supermarkt om soep in poedervorm te verkopen in plaats van soep in blik?

4 Kookpunt en smeltpunt

LEERDOELEN

3.4.1 Je kunt beschrijven wat er gebeurt als water kookt.

3.4.2 Je kunt uitleggen wat het kookpunt en smeltpunt (vriespunt/stolpunt) van een stof zijn.

3.4.3 Je kunt uitleggen waarom het kookpunt en smeltpunt stofeigenschappen zijn.

3.4.4 Je kunt uitleggen hoe je het vriespunt of smeltpunt van water kunt verlagen.

EXTRA 3.4.5 Je kunt het smeltpunt en stolpunt in een grafiek herkennen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN				
	3.4.1	3.4.2	3.4.3	3.4.4	3.4.5
Onthouden	2abc	1ac	3ab	1b, 7a	
Begrijpen			4c, 5ab, 6abcd	7e	9acd, 10b, 11abd
Toepassen		4a, 8ab	3cd, 4b	7bcd	9b, 10ac, 11c
Analyseren		8c			

Van het water dat bij een regenbui naar beneden valt, is al gauw niets meer te zien. Een deel wordt afgevoerd via het riool, een deel zakt in de bodem weg en een deel verdampt. Dat verdampen gaat heel onopvallend. Je ziet helemaal niets, behalve dat de hoeveelheid water langzaam afneemt. Maar water kan ook op een opvallender manier verdampen.

HET KOOKPUNT

PROEF 2+3

Als je water verhit, ontstaan er eerst kleine luchtbelletjes op de bodem. In warm water kan minder lucht oplossen dan in koud water, dus de lucht gaat eruit. Een poosje later zie je grote waterdampbellen in het water ontstaan. De temperatuur is dan bijna 100 °C. Deze bellen ontstaan op de bodem en verdwijnen vóór ze het wateroppervlak bereiken.

Als de temperatuur 100 °C is geworden, bereiken de dampbellen wel het wateroppervlak. Ze barsten daar uit elkaar. Dat is **koken**: het water verdampt nu niet alleen aan het wateroppervlak, maar overal in de vloeistof (figuur 1).

Als je doorgaat met verwarmen, blijft het water koken tot het helemaal is verdampt. De temperatuur van het water blijft daarbij steeds 100 °C. Deze temperatuur noem je het **kookpunt** van water.

Elke stof heeft een eigen kookpunt: water kookt bij 100 °C, propaan, een bestanddeel van campinggas, bij −42 °C, alcohol bij 78 °C en lood bij 1740 °C (tabel 1). Het kookpunt is een belangrijke stofeigenschap.



figuur 1 Het water kookt; de temperatuur is 100 °C.

tabel 1 Smeltpunt en kookpunt van enkele stoffen.

stof	smeltpunt (°C)	kookpunt (°C)
alcohol	−114	78
aluminium	660	2467
butaan	−138	−0,5
glycerol	20	290
goud	1064	2860
ijzer	1559	2800
kwik	−39	357
lood	328	1740
propaan	−188	−42
stikstof	−210	−196
water	0	100
zuurstof	−219	−183

HET SMELTPUNT OF VRIESPUNT

Als je een ijsblokjesvorm met water in het vriesvak zet, duurt het even voordat er ijs ontstaat. De temperatuur van het water in de vorm moet eerst dalen tot 0 °C. Daarna pas gaat het water bevriezen. De temperatuur van het water blijft 0 °C totdat het volledig is bevroren.



figuur 2 Een ijsblokje 1 minuut, 5 minuten en 15 minuten nadat het uit het vriesvak is gehaald.

Als je de ijsblokjes uit het vriesvak haalt, beginnen ze ook niet meteen te smelten. Eerst moet de temperatuur van het ijs stijgen tot 0 °C. Pas als deze temperatuur is bereikt, zie je het eerste smeltwater ontstaan (figuur 2).

Als de temperatuur 's winters beneden 0 °C komt, begint het water in sloten en plassen te bevriezen. Als de temperatuur boven 0 °C komt, smelt het ijs weer. Die temperatuur van 0 °C noem je het **smeltpunt** van ijs of het **vriespunt** van water.

Elke stof heeft een eigen smeltpunt: ijs smelt bij 0 °C, aluminium bij 660 °C en propaan bij −188 °C, alcohol bij −114 °C en ijzer bij 1559 °C (tabel 1). Het smeltpunt is een belangrijke stofeigenschap.

HET VRIESPUNT VERLAGEN

PROEF 4

Je kunt het vriespunt van water verlagen door een geschikte stof aan het water toe te voegen. Dat gebeurt bijvoorbeeld met het koelwater in een automotor. Daaraan wordt antivries toegevoegd om te voorkomen dat het 's winters bevriest. Hoe meer antivries je toevoegt, des te lager wordt het vriespunt van het mengsel.



figuur 3 Door met zout te strooien kun je het vriespunt verlagen.

Zout heeft hetzelfde effect op het vriespunt als antivries. Het wordt 's winters gebruikt om wegen te ontdoen van sneeuw en ijs (figuur 3). Een mengsel van ijs en zout heeft een lager smeltpunt dan zuiver ijs. Door zout te strooien, kun je sneeuw of ijzel laten smelten bij temperaturen onder 0 °C. In de praktijk is wegenzout effectief bij temperaturen tot −8 °C.

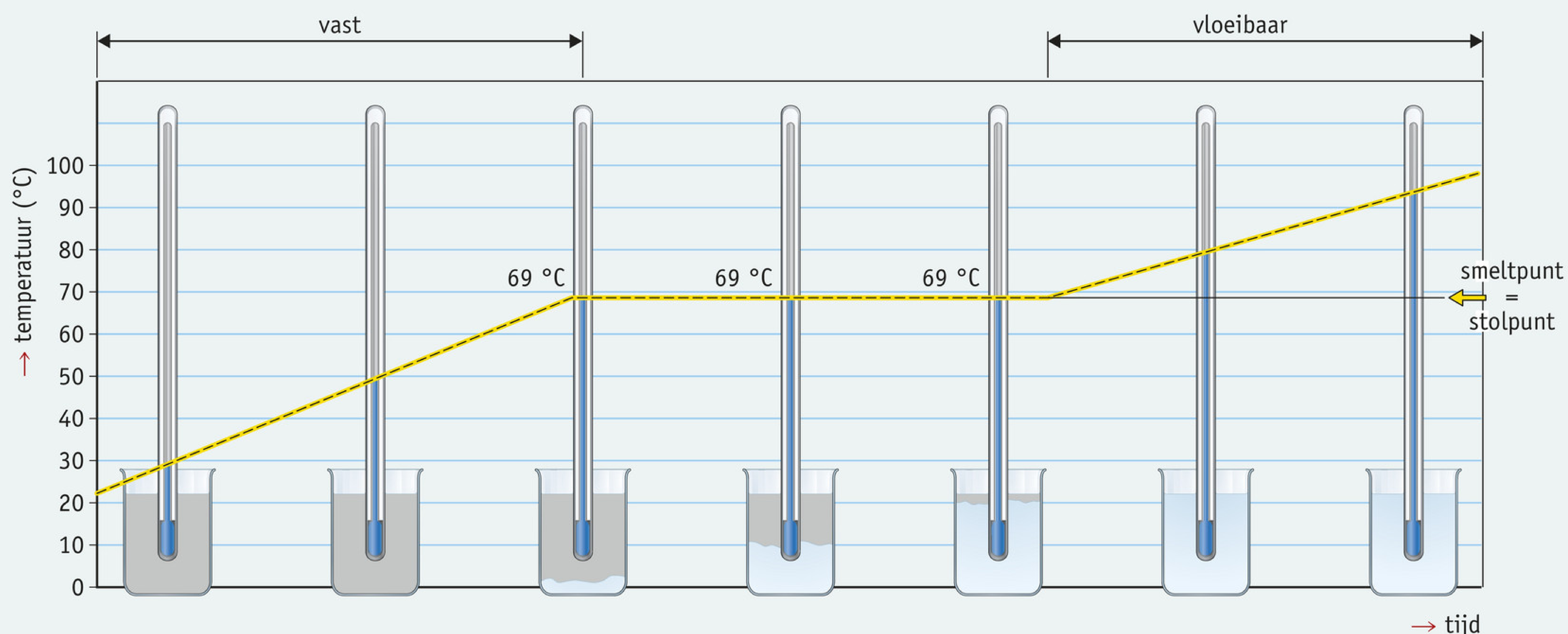
Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA STEARINEZUUR SMELTEN EN LATEN STOLLEN

Als je vast kaarsvet (stearinezuur) verwarmt, stijgt de temperatuur tot 69 °C. Dit is het smeltpunt van stearinezuur. Bij deze temperatuur begint het stearinezuur te smelten.

Als je doorgaat met verwarmen, blijft de temperatuur 69 °C totdat alle stearinezuur is gesmolten. Pas als alle stearinezuur vloeibaar is, stijgt de temperatuur weer (figuur 4).

Als je het vloeibare stearinezuur weer laat afkoelen, daalt de temperatuur tot 69 °C. Dit is het stolpunt van stearinezuur. Als je doorgaat met afkoelen, blijft de temperatuur 69 °C totdat alle stearinezuur is gestold. Pas als alle stearinezuur vast is, daalt de temperatuur verder.



figuur 4 Stearinezuur smelten.

LEERSTOF

1 Bijna elke zuivere stof heeft een eigen, kenmerkend kookpunt, smeltpunt en stolpunt.

a Smeltend ijs heeft een temperatuur van .... Deze temperatuur heet het .... van water of het .... van ijs.

b Als je zout aan water toevoegt, bevriest het bij een *lagere* / *hogere* temperatuur.

c Kokend water heeft een temperatuur van .... Deze temperatuur heet het .... van water.

2 Vergelijk het koken van een pan met water en het verdampen van een plas water met elkaar.

a Hoe verandert het water in deze twee situaties van fase?

b Leg voor beide situaties uit waar de fase-overgang plaatsvindt.

c Waaraan kun je zien dat water kookt en niet ‘gewoon’ verdampt?

TOEPASSING

3 Jeroen en Peter koken allebei 100 g rijst. Als het water begint te koken, draait Jeroen de warmtebron laag. Het water kookt dan zachtjes verder. Peter draait de warmtebron niet lager. Het water in zijn pan kookt heftig.

a Hoe hoog is de temperatuur van het kokende water bij Jeroen?

......................°C

b Hoe hoog is de temperatuur van het kokende water bij Peter?

......................°C

c Bij wie zal de rijst het eerst gaar zijn?

d Waarom is het verstandig de warmtebron laag te draaien?

Gebruik tabel 1 bij opdracht 4 tot en met 8.

★ 4 Bij deze opdracht heb je grafiekpapier nodig.
Azra verwarmt een vloeistof. Ze neemt om de halve minuut de temperatuur van de vloeistof op. In tabel 2 zie je haar meetresultaten.

a Teken een grafiek van Azra's waarnemingen, met de tijd langs de horizontale as en de temperatuur langs de verticale as.



Zie de vaardigheid *Werken met tabellen en grafieken*.

b Wat is het kookpunt van deze vloeistof?

.... °C

c Om welke vloeistof zou het kunnen gaan?

....

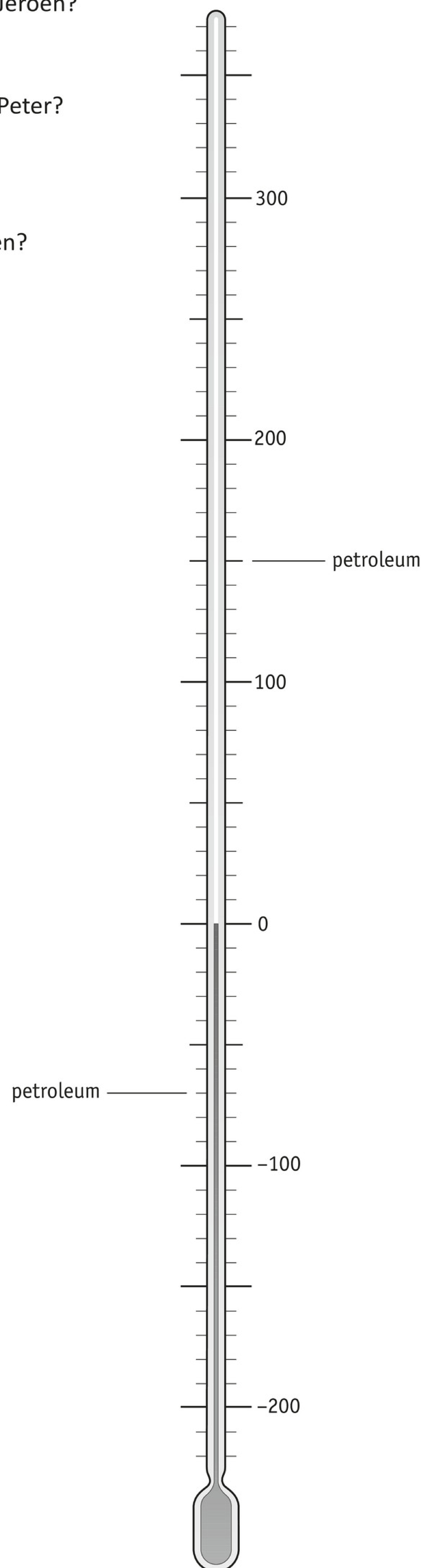
tabel 2 Azra's meetresultaten.

tijd (min)	temperatuur (°C)
0	20
0,5	33
1,0	46
1,5	58
2,0	68
2,5	75
3,0	77
3,5	78
4,0	78
4,5	78

5 Bekijk de thermometer in figuur 5.

a Geef rechts van de thermometer de kookpunten aan van alcohol, kwik, propaan, water en zuurstof.

b Geef links van de thermometer de smeltpunten van deze stoffen aan.



figuur 5 Kook- en smeltpunten van enkele stoffen.

6 Bij welke temperatuur:

a bevriest water? bij .... °C

b bevriest kwik? bij .... °C

c bevriest zuurstof? bij .... °C

d bevriest alcohol? bij .... °C

7 Hans onderzoekt welk effect zout heeft op het vriespunt van water. Hij doet kraanwater in vijf plastic bekertjes en voegt daaraan verschillende hoeveelheden zout toe. In elk bekertje zet hij een thermometer. Daarna zet hij alle bekertjes tegelijk in een vrieskist. Hans meet op verschillende momenten de temperatuur en schrijft op of er ijs op het water ligt of niet. Na afloop vat hij zijn waarnemingen samen in tabel 3.

a Wat voor invloed heeft het toevoegen van zout op het vriespunt van water?
b Wat weet je over het vriespunt van het water in bekertje 2?
c Wat weet je over de vriespunten van het water in de bekertjes 4 en 5?
d In welk bekertje, 4 of 5, zit het water met het laagste vriespunt? Leg uit.
e Waarom helpt zout 's winters bij het bestrijden van de gladheid?

tabel 3 De waarnemingen van Hans.

	bekertje 1 0 g zout	bekertje 2 1,5 g zout	bekertje 3 3 g zout	bekertje 4 4,5 g zout	bekertje 5 6 g zout
ijs bij 0,5 °C?	nee	nee	nee	nee	nee
ijs bij 0 °C?	ja	nee	nee	nee	nee
ijs bij −0,5 °C?	ja	nee	nee	nee	nee
ijs bij −1 °C?	ja	ja	nee	nee	nee
ijs bij −1,5 °C?	ja	ja	ja	nee	nee

★ 8 In de gebieden rond de Noordpool en de Zuidpool daalt de temperatuur 's winters soms wel tot –50 °C. Om zulke lage temperaturen te meten, heb je speciale thermometers nodig.
Hieronder staan drie stoffen. Leg van elke stof uit of die geschikt is als thermometervloeistof in het poolgebied.

a alcohol
b kwik
c stikstof

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

EXTRA STEARINEZUUR SMELTEN EN LATEN STOLLEN

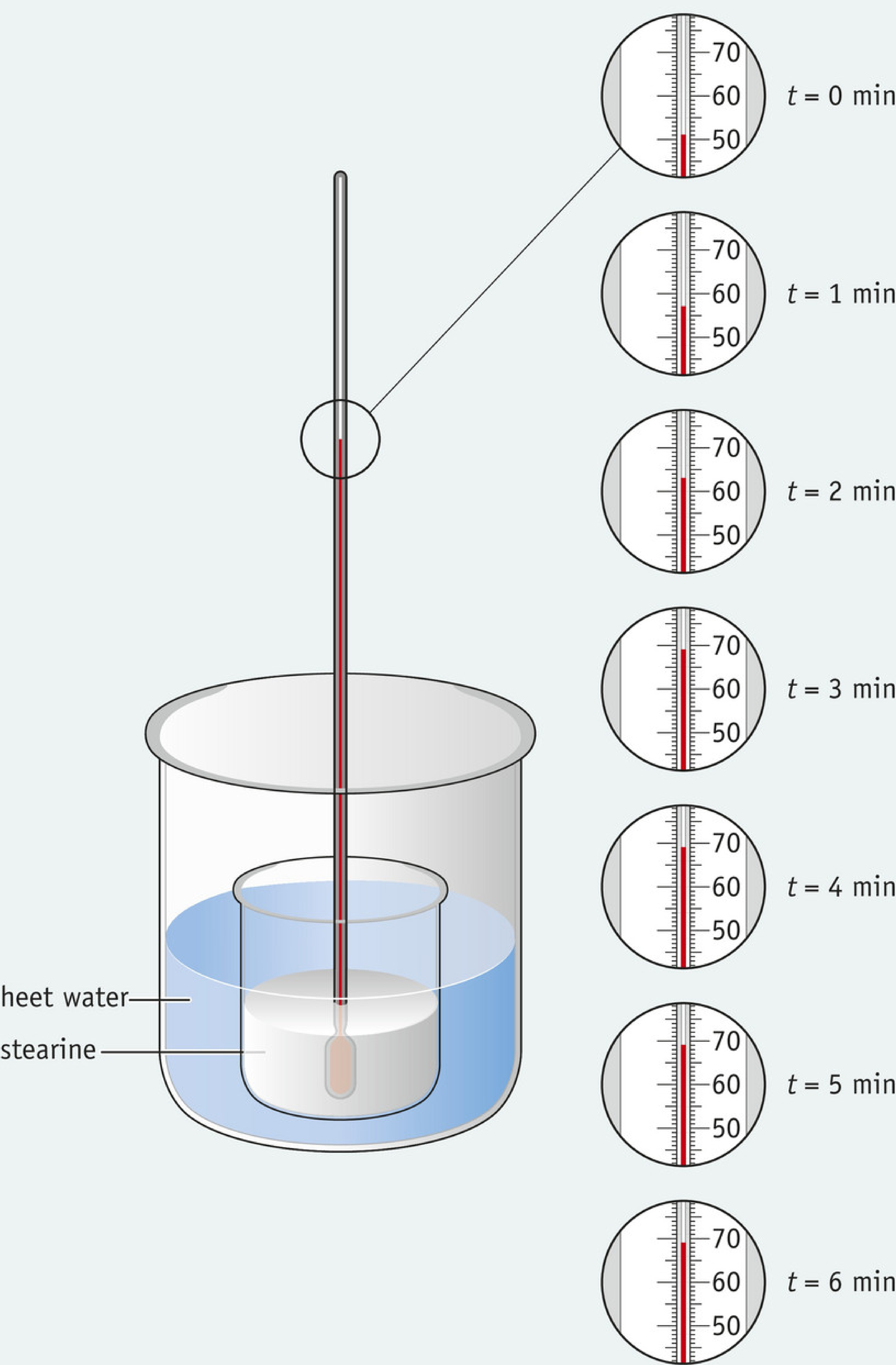
9 Alette verwarmt een bekerglas met stearinezuur in een bekerglas met heet water. Ondertussen neemt ze om de minuut de temperatuur op (figuur 6).

a Noteer Alettes meetresultaten in tabel 4. De temperatuur bij t = 0 is al ingevuld.

b Teken de grafiek van deze proef in figuur 7.

c Na hoeveel minuten begon het stearinezuur te smelten?

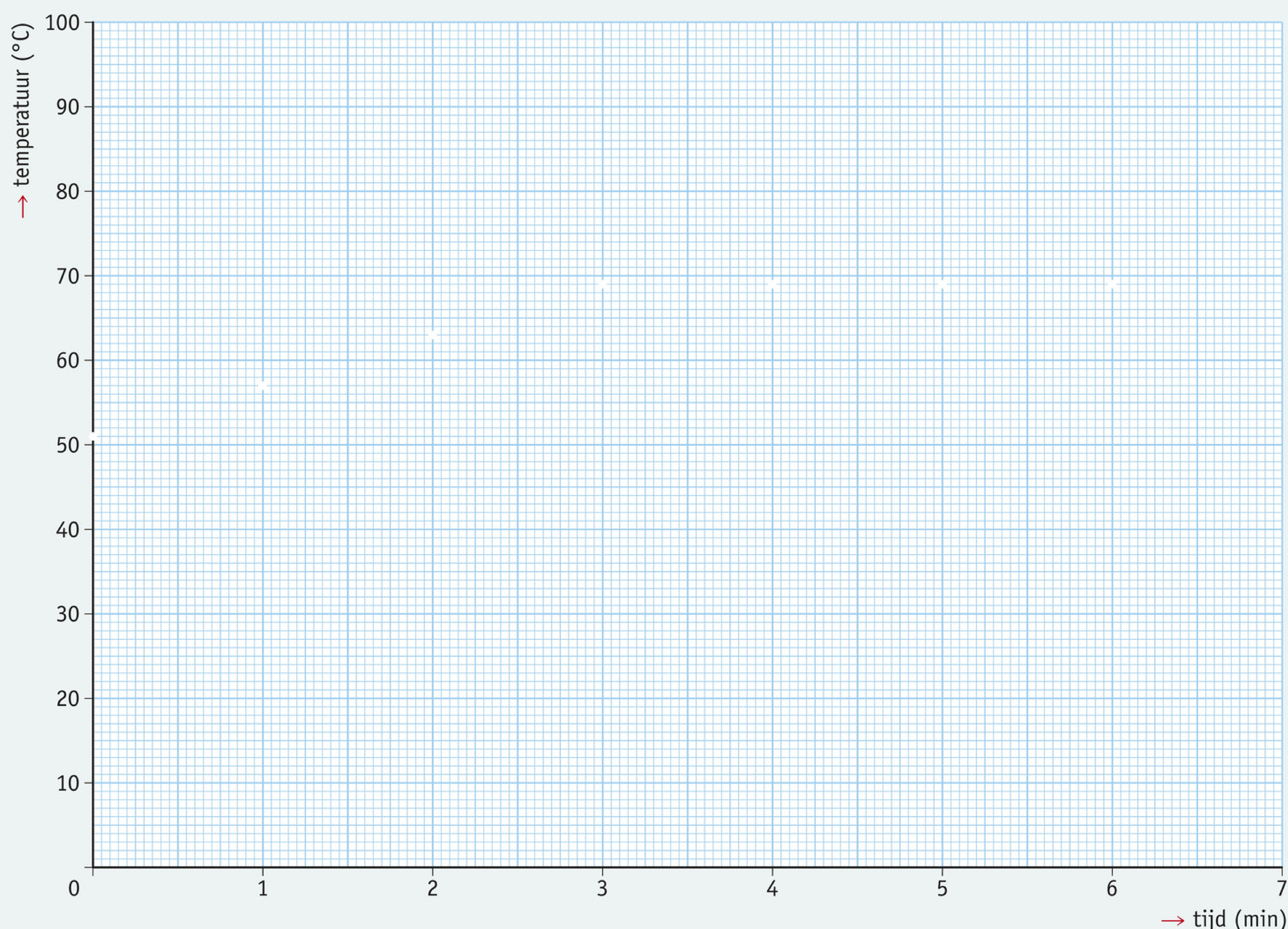
d Hoe hoog is het smeltpunt van stearinezuur?



figuur 6 De proef van Alette.

tabel 4 Alettes meetresultaten.

tijd (min)	temperatuur (°C)
0	51
1	....
2	....
3	....
4	....
5	....
6	....



figuur 7 Smeltgrafiek van stearinezuur.

10

Vervolg van de vorige opdracht.
Als alle stearinezuur gesmolten is, haalt Alette de reageerbuis uit het hete water. Na twee minuten ziet ze dat het stearinezuur begint te stollen.

a Waar zal Alette de eerste stollingsverschijnselen kunnen zien?

b Wat gebeurt er nu met de temperatuur van de stearine?

c Teken de grafiek van deze proef met een stippellijn in figuur 7.

11

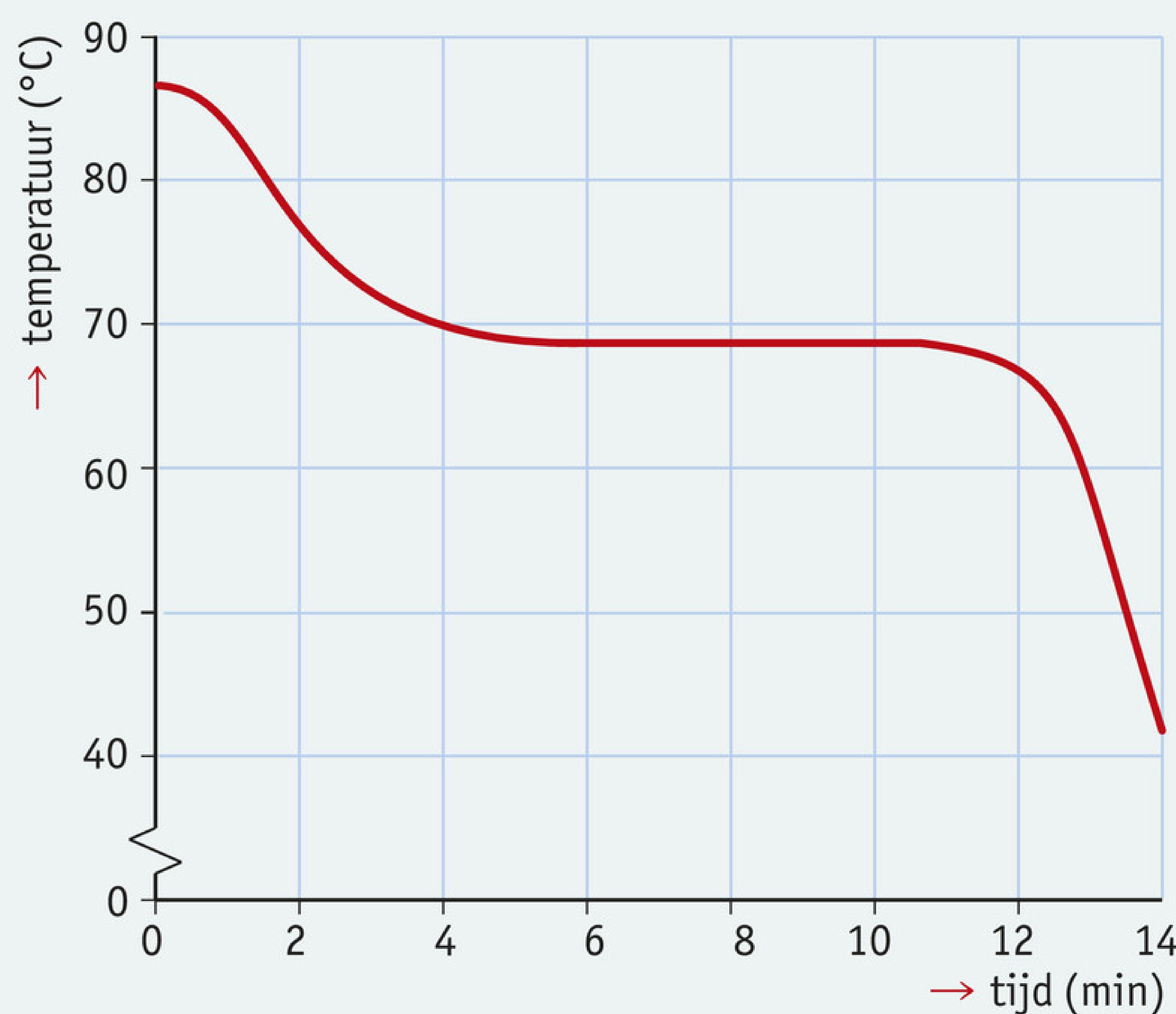
Mahmoud heeft een proef gedaan met een onbekende, gesmolten stof. Hij heeft de stof laten afkoelen, terwijl hij met een computer de temperatuur bijhield. Na afloop heeft Mahmoud de computer een diagram van de proef laten tekenen (figuur 8).

a Wordt in figuur 8 het smelten of het stollen van de onbekende stof weergegeven? Leg uit waaraan je dat ziet.

b Hoe lang heeft de proef geduurd (vanaf het begin van de metingen)?

c Hoe hoog is het smeltpunt/stolpunt van de stof?

d Om welke stof zou het kunnen gaan?



figuur 8 De proef van Mahmoud.

Practica

PROEF 1 EEN VLOEISTOFTHERMOMETER IJKEN

30 minuten

Inleiding

Een vloeistofthermometer heeft een reservoir en een stijgbuis, met daarlangs een schaalverdeling in graden Celsius (°C), waarop je de temperatuur afleest.

Doel

Bij deze proef maak je een schaalverdeling bij een thermometer.

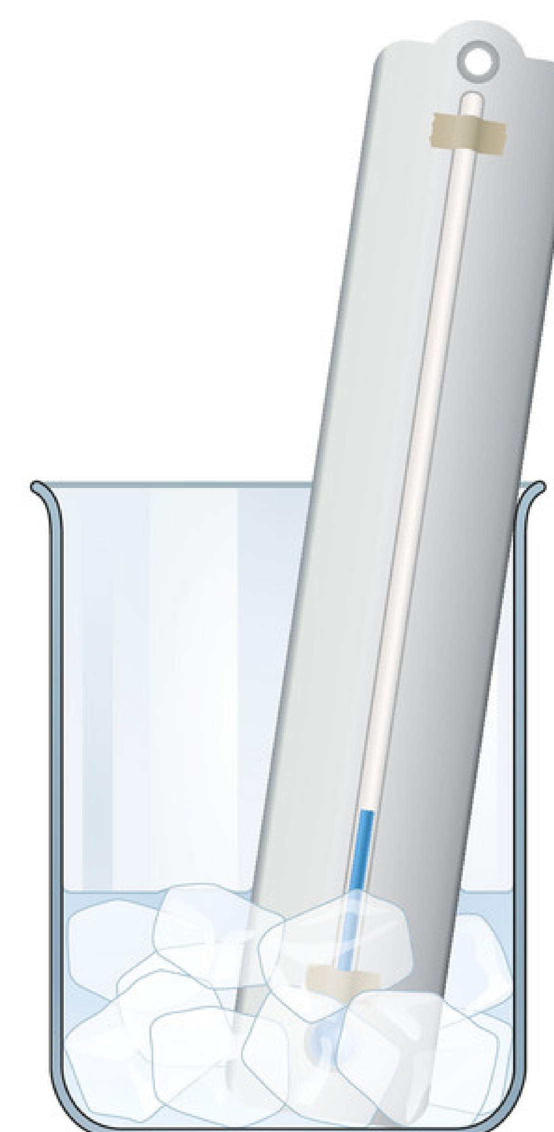
Nodig

- ☐ crêpetape
- ☐ bekerglas
- ☐ stukjes ijs
- ☐ thermometer zonder schaalverdeling
- ☐ gewone thermometer
- ☐ brander
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ lucifers/aansteker

Uitvoeren en uitwerken

Het nulpunt bepalen

- Plak een smal strookje crêpetape vlak naast de stijgbuis.
- Doe de stukjes ijs in het bekerglas. Zet de thermometer erin. Het reservoir moet aan alle kanten omringd zijn met ijsblokjes (figuur 1).
- Wacht twee minuten. Zet dan op de crêpetape een potloodstreepje op de plaats waar de alcohol staat.
- Haal de thermometer uit het ijs en schrijf het cijfer 0 bij het streepje.



figuur 1 De thermometer in ijswater.

Het honderdpunt bepalen

- Vul het bekerglas voor een derde met water. Breng het water met behulp van de brander aan de kook.
- Zet de thermometer in het bekerglas. Laat de thermometer een minuut in het kokende water staan. Zet dan een potloodstreepje op de crêpetape op de plaats waar de vloeistof staat.
- Haal de thermometer uit het water. Doe de brander uit. Schrijf het cijfer 100 bij het streepje dat je net hebt gezet.

IJken en meten

- Verdeel de ruimte tussen 0 en 100 met behulp van streepjes in tien gelijke delen. Zet bij die streepjes de getallen 10 tot en met 90. Werk nauwkeurig.
- Meet de temperatuur in het lokaal met de thermometer waarvoor je een schaalverdeling hebt gemaakt. Probeer de temperatuur tot op één graad nauwkeurig te bepalen. Meet daarna de temperatuur in het lokaal nog eens, maar nu met een gewone thermometer.

1 Welke temperatuur geeft elke thermometer aan?

....

- Meet op dezelfde manier met beide thermometers de temperatuur van kraanwater, meteen nadat het uit de kraan komt.

2 Welke temperatuur geeft elke thermometer aan?

....

- Meet ook met beide thermometers de temperatuur van je lichaam. Houd het reservoir elke keer dertig seconden onder je oksel, voor je de temperatuur afleest.

3 Welke temperatuur geeft elke thermometer aan?

....

4 Kun je met de thermometer waarvoor je een schaalverdeling gemaakt hebt, redelijk nauwkeurig de temperatuur meten?

....

....

PROEF 2 WATER KOKEN

30 minuten

Inleiding
Als je een stof verwarmt, stijgt de temperatuur van die stof. Dat zie je bijvoorbeeld als je water aan de kook brengt voor een kop thee.

Doel
Bij deze proef onderzoek je zelf hoe de temperatuur verandert.
De onderzoeksvraag luidt:
Hoe verandert de temperatuur van water als je het water aan de kook brengt?

Nodig
- ☐ bekerglas
- ☐ thermometer
- ☐ horloge
- ☐ brander
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ lucifers/aansteker
- ☐ grafiekpapier

Uitvoeren en uitwerken
Werkverdeling
Deze proef doe je in tweetallen:
- Leerling 1 leest de temperatuur af op de thermometer.
- Leerling 2 houdt de tijd bij en noteert de meetresultaten.

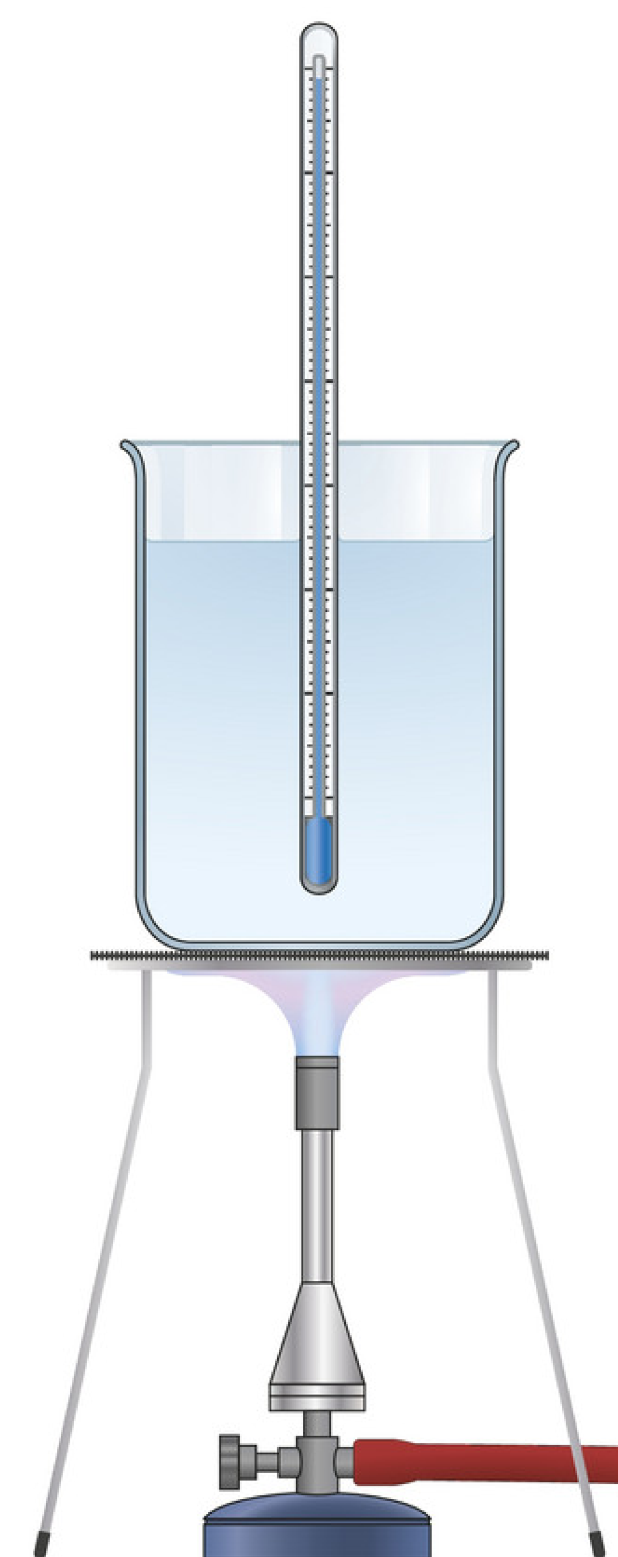
Voorbereiden
- Doe precies 100 mL water in het bekerglas. Maak daarna de opstelling die in figuur 2 is getekend.

1 Noteer de temperaturen die je afleest in tabel 1.

tabel 1 De meetresultaten van proef 2.

tijd (min)	temperatuur (°C)	tijd (min)	temperatuur (°C)
0,0		4,0	
0,5		4,5	
1,0		5,0	
1,5		5,5	
2,0		6,0	
2,5		6,5	
3,0		7,0	
3,5		7,5	

- Meet de begintemperatuur van het water.
- Steek de brander aan zoals je dat hebt geleerd. Draai de gasregelknop half open.
- Draai de luchtregelknop zover open dat je een blauwe vlam krijgt die rustig brandt (zonder veel lawaai te maken).
- Schuif de brander onder het bekerglas op de driepoot (figuur 2).
- Lees om de dertig seconden de thermometer af. Hou het reservoir van de thermometer tijdens het meten ongeveer een centimeter boven de bodem van het bekerglas.
- Op een gegeven moment gaat het water koken. Doe daarna nog vier metingen.
- Doe de brander uit na de laatste meting.



figuur 2 De opstelling van proef 2.

2 Waaraan kon je zien dat het water kookte?

....

....

- Bekijk hoeveel water er nog in het bekerglas zit.

3 Is er water uit het bekerglas verdwenen? Zo ja, waar is dat water gebleven?

....

....

....

Uitwerken

4 Teken de grafiek van deze proef.

a Teken eerst je meetresultaten in als een serie punten.



Zie de vaardigheid *Werken met tabellen en grafieken*.

b Trek daarna een vloeiende lijn die zo goed mogelijk bij de meetpunten aansluit. Je mag dus niet met een liniaal de punten één voor één met elkaar verbinden.

PROEF 3 HET KOOKPUNT VAN ALCOHOL BEPALEN

20 minuten

Inleiding
Elke zuivere stof heeft een kookpunt. Dat is de temperatuur waarbij die stof kookt. Het kookpunt is een stofeigenschap die voor elke stof verschillend is. Je kunt een stof dus aan het kookpunt herkennen.

Doel
Bij deze proef bepaal je het kookpunt van zuivere ethanol (= gewone alcohol). Omdat ethanol erg brandbaar is, doe je de proef op een speciale manier.

Nodig
- ☐ bekerglas
- ☐ reageerbuis met ethanol
- ☐ thermometer
- ☐ horloge
- ☐ gasbrander
- ☐ driepoot
- ☐ gaasje
- ☐ lucifers/aansteker

Uitvoeren en uitwerken
Voorbereiden
- Doe 200 mL water in het bekerglas.
- Verwarm het water met de brander. Gebruik een blauwe vlam die rustig brandt (zonder veel lawaai te maken).
- Wacht tot het water kookt. Doe dan de brander uit.
- Wacht tot je docent ook de hoofdkraan heeft dichtgedraaid.

Meten
- Zet de thermometer in de ethanol in de reageerbuis.
- Zet de reageerbuis met ethanol in het hete water.
- Lees de temperatuur af tot deze niet meer verandert.

1 Hoe verandert de temperatuur van de ethanol tijdens de proef?

....

....

....

2 Wat zie je aan de ethanol als de temperatuur niet meer stijgt?

....

....

....

3 Hoe hoog is het kookpunt van ethanol volgens deze proef?

....

- Ruik vlak bij de opstelling en let op de geur die je daar waarneemt.

4 Probeer die geur te omschrijven.

....

....

....

5 Wat is er dus met de ethanol gebeurd?

....

....

....

PROEF 4 EEN KOUDMAKEND MENGSEL MAKEN

15 minuten

Inleiding

Als het ’s zomers warm is, willen veel mensen graag een lekker koud ijsje eten. Als je ijs wilt maken, moet je ervoor zorgen dat de ingrediënten koud genoeg worden om te bevriezen. Daar bestaan speciale ijsmachines voor, maar je kunt ook gebruikmaken van een koudmakend mengsel.

Doel

Bij deze proef zie je hoe je met een mengsel van zout en ijs de temperatuur kunt laten dalen tot ver onder 0 °C.

Nodig

- ☐ bekerglas met 150 mL fijngestampt ijs
- ☐ thermometer
- ☐ keukenzout
- ☐ schepje
- ☐ reageerbuis
- ☐ limonadesiroop
- ☐ roerstaafje

Uitvoeren en uitwerken

- Meet de temperatuur van het smeltende ijs en noteer deze.
- Doe drie flinke scheppen zout bij het ijs en roer het mengsel kort.

1 Wat zie je gebeuren als je het zout toevoegt en roert?

....

....

....

- Zet de thermometer meteen weer in het mengsel van ijs en zout.

2 Noteer iedere 15 seconden de temperatuur. Ga hiermee door tot de temperatuur niet meer verandert.

....

....

....

....

....

- Doe 1 mL limonadesiroop (ongeveer zo hoog als de dikte van een wijsvinger) in de reageerbuis en zet deze in het smeltende ijs.

3 Wat gebeurt er met de limonadesiroop? Hoe komt dat?

....

....

....

PROEF 5 EEN ONDERZOEK UITVOEREN: AFKOELEN DOOR VERDAMPEN

30 minuten

Inleiding
Stel je voor: een producent van laboratoriumapparatuur wil een koelapparaat ontwerpen waarmee extreem lage temperaturen bereikt kunnen worden. Aan de ontwerper is gevraagd om gebruik te maken van het afkoelende effect dat snel verdampende vloeistoffen hebben. De vraag is nu met welke vloeistof de laagste temperatuur bereikt kan worden. Daarvoor wordt de afdeling research ingeschakeld. Jij bent bij deze opdracht de wetenschapper die het onderzoek moet uitvoeren.

Doel
Bij deze proef onderzoek je hoe ver je de temperatuur kunt laten dalen met drie verdampende vloeistoffen: water, ethanol en nagellakoplosser. Je moet de drie vloeistoffen zo eerlijk mogelijk met elkaar vergelijken.

Nodig
Bij deze proef bedenk je zelf welke practicumspullen je nodig hebt.

Uitvoeren en uitwerken
- Bedenk hoe je de onderzoeksvraag betrouwbaar kunt beantwoorden. Wat ga je meten, welke practicumspullen heb je nodig, hoe kun je elke vloeistof onder precies dezelfde omstandigheden testen?

1 Maak een werkplan voor dit onderzoek.

- De werkplannen worden de volgende les besproken met de klas. Verbeter je eigen werkplan daarna nog als dat nodig is.
- Voer daarna het onderzoek uit.

2 Noteer alle meetresultaten, berekeningen en uitkomsten.

- Je docent vertelt je of je een verslag van deze proef moet maken.

PROEF 6 EEN ONTWERP MAKEN: DE REGENMETER



90 minuten

Inleiding

Stel je voor: jouw school gaat een weerproject doen, waarbij de leerlingen zelf gegevens verzamelen over het weer. Een van die weergegevens is de hoeveelheid neerslag die er de afgelopen 24 uur is gevallen. Het is de bedoeling dat de leerlingen hiervoor zelf een betrouwbare regenmeter maken. Jij krijgt de opdracht om een ontwerp voor zo'n meter te maken.

Doel

Bij deze proef ga je een regenmeter ontwerpen, bouwen en ijken. Je prototype moet aan de volgende ontwerpeisen voldoen:

Ontwerpeisen

- De regenmeter is gemaakt van materialen die weinig of niets kosten. Op internet kun je hier ideeën voor vinden.
- Op de schaalverdeling kan het aantal millimeter regen afgelezen worden dat sinds de laatste meting gevallen is. (Dat is hoe hoog het water zou staan als de regen niet zou wegstromen, zou verdampen of in de bodem zou wegzakken.)
- De regenmeter 'vergroot' de stijging van het water minstens vijf keer: als er 1 mm regen valt, stijgt het water in de regenmeter minstens 5 mm.
- De regenmeter kan na een meting weer gemakkelijk 'op nul' gezet worden.
- De regenmeter staat stabiel en zit stevig in elkaar. Je kunt er zonder problemen twee weken lang metingen mee doen, ook bij slecht weer.
- De schaalverdeling van de meter is geijkt: je hebt gecontroleerd of de streepjes en de getallen juist zijn aangebracht.

Nodig

Bij deze opdracht bedenk je zelf welke spullen je nodig hebt. Overleg als dat nodig is met je docent.

Uitvoeren en uitwerken

- Bedenk hoe je de opdracht kunt uitvoeren. Uit welke onderdelen bestaat jouw meter, welke spullen heb je nodig, hoe kun je testen of de schaalverdeling klopt?

1 Maak een werkplan voor deze opdracht.

- De werkplannen worden de volgende les besproken met de klas. Verbeter je eigen werkplan daarna nog als dat nodig is.
- Bouw de regenmeter en ijk hem zorgvuldig.

2 Maak een testverslag met daarin:
a een duidelijke bouwtekening van de regenmeter.
b de tests die je hebt uitgevoerd en de resultaten daarvan.
c eventuele veranderingen die je in het ontwerp hebt aangebracht.

De explosieve kracht van stoom



Eerst hoor je het geborrel van water en het gesis van ontsnappende stoom. Dan begint de grond onder je voeten te trillen. Plotseling schiet een 50 meter hoge kolom van stoom en kokend water de grond uit. Terwijl de nevelwolken wegdrijven op de wind, blijft de eruptie eindeloos doorgaan, negen, tien minuten lang. Dan stopt de geiser weer, bijna even plotseling als hij begonnen is. Als je geluk hebt, is er over een uur of acht weer een voorstelling.

Stoom uit een geiser

De eruptie van een flinke geiser is een indrukwekkend schouwspel. De kracht waarmee het water omhoogspuit, is enorm. Die kracht is afkomstig van oververhitte stoom die zich diep (op enkele kilometers) in de vulkanische bodem heeft gevormd. Bij een geiser zit de ondergrond zo in elkaar dat de stoom niet gemakkelijk uit de bodem kan ontsnappen. De druk loopt steeds verder op, totdat die niet meer te bedwingen is. De stoom ontsnapt dan met explosieve kracht en blaast tonnen heet water de lucht in.

Een tweeduizend jaar oude stoomturbine

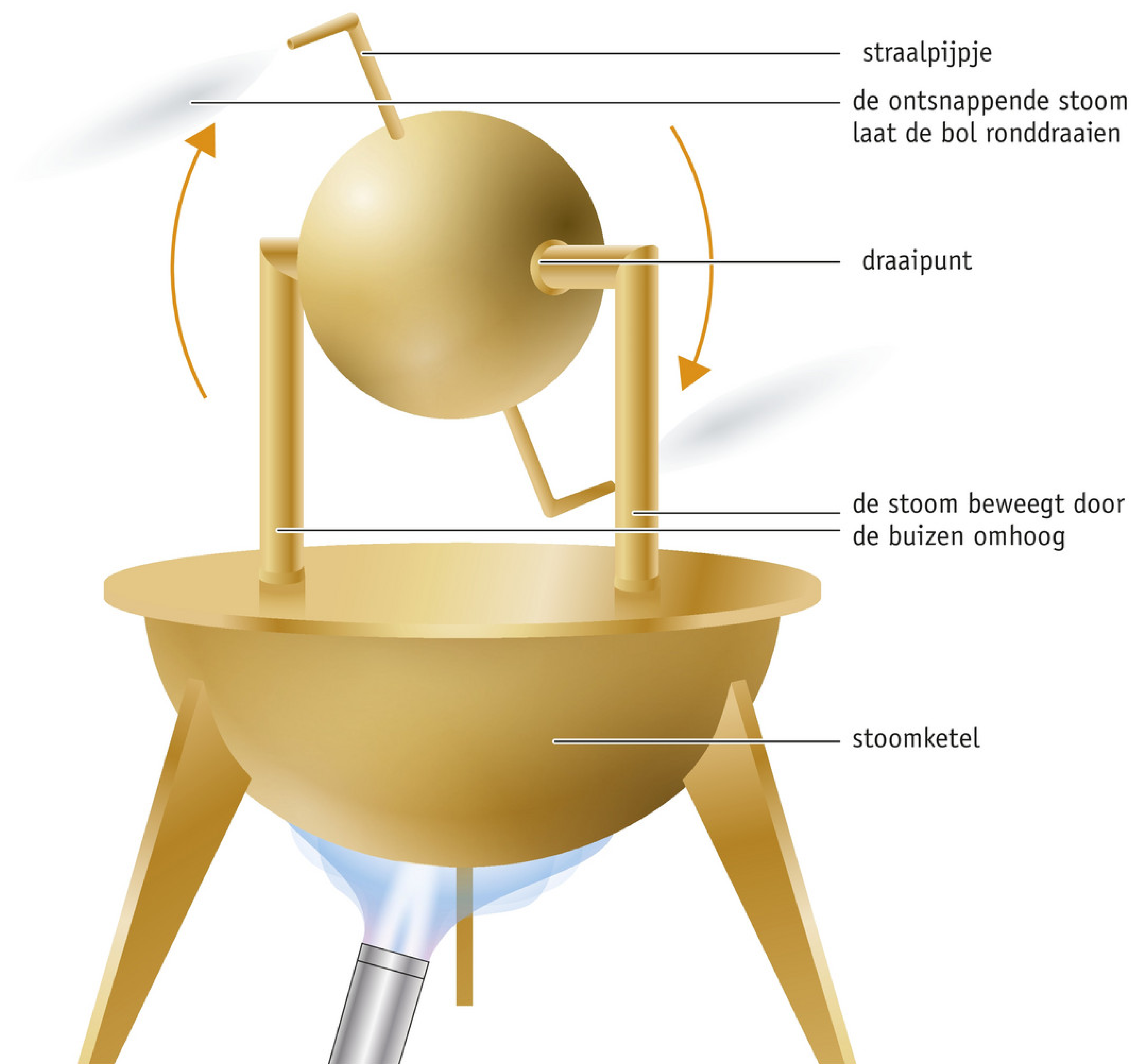
Dat stoom krachten kan uitoefenen, was tweeduizend jaar geleden ook al bekend. Toen bouwde Heron van Alexandrië, een Griekse wetenschapper en uitvinder, ’s werelds eerste stoomturbine. Een primitieve machine – voor ons gevoel is het meer een speeltje dan een serieus apparaat – maar het idee erachter was goed. Een moderne stoomturbine werkt volgens dezelfde principes.

In figuur 1 zie je hoe Herons uitvinding werkte. In een stoomketel werd water verhit. De stoom die daarbij ontstond, werd via twee holle buizen naar een draaibare bal geleid. Daar kon de stoom via twee gebogen pijpjes uit ontsnappen. De kracht waarmee dat gebeurde, was groot genoeg om de bal met een flinke snelheid te laten draaien.

De *aeolipile* van Heron (zo noemde hij zijn uitvinding) kan urenlang draaien op een paar liter water. Dat komt doordat er uit een kleine hoeveelheid water een enorm volume aan stoom kan ontstaan. Als stoom onbelemmerd uit kan zetten, levert 1 liter water wel 1600 liter stoom op. Herons *aeolipile* haalt dat niet, omdat de stoom maar via twee nauwe openingen uit het apparaat kan ontsnappen. Toch heb je ook in dit geval genoeg aan 1 liter water om honderden liters stoom te maken.

Stoom opsluiten

Als je water kookt in een steelpannetje, kan de stoom alle kanten op. De stoom hoeft niet hard te duwen om meer ruimte voor zichzelf te maken. Je krijgt dan wel een heleboel stoom, maar geen grote krachten. Datzelfde zie je in vulkanische gebieden waar de stoom gemakkelijk uit de bodem kan ontsnappen. Je hebt daar wel hete bronnen die voortdurend borrelen en nevelwolken uitstoten, maar geen geisers die opeens krachtig uitbarsten.



figuur 1 De *aeolipile* van Heron.

Om stoom kracht te laten uitoefenen, moet je het opsluiten in een kleine ruimte, zoals de ketel van Herons *aeolipile*. Als het water in de ketel kookt, ontstaat er steeds meer stoom waar niet meteen een uitweg voor is. Daardoor loopt de druk in de ketel en de bol flink op – en dat is precies wat nodig is om de stoom met kracht uit de straalpijpjes te laten stromen.

Stoom onder hoge druk is uiterst geschikt om dingen in beweging te brengen. Nergens zie je dat beter dan in een moderne elektriciteitscentrale (figuur 2). Veertig meter hoge stoomketels produceren stoom voor een reeks turbines in de machinehal. De turbines worden aan het draaien gebracht door de gloeiend hete stoom die tegen de turbinebladen blaast – net als windmolens door de wind, maar dan vele malen krachtiger. Ze drijven op hun beurt generatoren aan die honderdduizenden mensen van elektrische energie voorzien.

Stoomexplosies

De kracht van stoom kan ook gevaarlijk zijn. Een ketel of een pijpleiding die stoom onder hoge druk bevat, kan het plotseling begeven door een constructiefout of door ouderdom en slecht onderhoud. De stoom stroomt dan met onweerstaanbare kracht naar buiten en blaast alles in zijn pad opzij. Mensen kunnen niet alleen gewond raken door de hete stoom, maar ook door rondvliegende brokstukken.

Op 19 juli 2018 explodeerde een ondergrondse stoomleiding onder een druk kruispunt in New York (figuur 3). De stoom blies heet water en modder meer dan veertig meter de lucht in. Tientallen gebouwen in de buurt van het bekende *Flatiron*-gebouw moesten ontruimd worden. De oorzaak: een zwakke plek in een 89 jaar oude stoompijp.



figuur 2 Een moderne elektriciteitscentrale.

De explosieve kracht van stoom is ook de reden dat je een brandende frituurpan NOOIT met water moet proberen te blussen. De combinatie van water en heet brandend vet is levensgevaarlijk. Als het water het frituurvet raakt, zal het razendsnel veranderen in stoom. De daarop volgende stoomexplosie slingert het brandende vet alle kanten op. Er ontstaat een grote vuurbal die alles om zich heen in brand zet.

Voorzichtig ... stoom!
Stoomketels worden zorgvuldig ontworpen zodat ze de enorme kracht van de stoom kunnen weerstaan. De bouwers houden een veiligheidsmarge aan. Ook als de druk boven de maximaal toelaatbare waarde stijgt, vliegen de brokken je niet meteen om de oren. Bovendien zijn er allerlei veiligheidsvoorzieningen. Als de druk in een ketel te hoog oploopt, gaan er meteen veiligheidskleppen open. Daardoor kan er stoom ontsnappen, zodat de druk in de ketel zakt. Buiten de ketel zie je dan een grote nevelwolk waar de hete stoom condenseert in de koude buitenlucht.

figuur 3 Ravage in Manhattan.

Stoomontploffing treft New York



Een explosie in een ondergrondse leiding heeft voor chaos gezorgd tijdens de ochtendspits in New York City. Door de ontploffing ontstond een geiser die wolken waterdamp omhoogspoot boven Manhattan.
Het incident gebeurde op de hoek van de bekende winkelstraat Fifth Avenue en 21st Street. Stukken asfalt vlogen de straat op en er ontstond een krater in het midden van Fifth Avenue. Door de explosie in de stoomleiding raakten ook water-, gas- en elektriciteitsleidingen beschadigd. Gebouwen in de omgeving werden ontruimd en in de straten eromheen werd het verkeer stilgelegd. Het stoomleidingnet onder de straten van Manhattan werd aangelegd om wolkenkrabbers en bedrijven te verwarmen. Sommige bedrijven gebruiken de stoom ook voor schoonmaakdoeleinden.

Naar: nos.nl.

Aan het begin van het stoomtijdperk, nu zo'n tweehonderd jaar geleden, had de veiligheid nog niet zoveel aandacht. Maar er gebeurden zoveel ongelukken dat daar al snel verandering in kwam. In 1824 werd in Nederland de Stoomwet van kracht. Daarin stonden allerlei regels die voor meer veiligheid moesten zorgen. De mensen van toen zullen alle voorschriften weleens lastig hebben gevonden, maar de veiligheid verbeterde er enorm door.

WEETJE

New York heeft het grootste commerciële stoomsysteem ter wereld, met circa 160 km aan pijpleidingen. Meer dan honderdduizend bedrijven en huishoudens zijn op het systeem aangesloten. Woningverwarming, warmwatervoorziening en airconditioning zijn de belangrijkste toepassingen. Sommige van de stoompijpen zijn al meer dan honderd jaar oud.

De ouderwetse stoommachine is inmiddels bijna uitgestorven, maar stoomturbines doen het nog altijd fantastisch. Ze wekken 80% op van alle elektrische energie die wereldwijd wordt gebruikt. Zelfs een kerncentrale kan niet zonder stoomturbines om warmte om te zetten in beweging. Elektriciteit heeft het gebruik van stoom dus niet overbodig gemaakt, maar alleen verplaatst ... naar de centrale. Als je er goed over nadenkt, maken zelfs je telefoon en je laptop indirect gebruik van de kracht van stoom.

OPDRACHTEN

1 Leg uit hoe het komt:

a dat geisers niet voorkomen in gebieden waar de bodem heet water en stoom gemakkelijk doorlaat.

b dat de druk in de ketel en bol van Herons *aeolipile* oploopt als het water in de ketel begint te koken.

c dat je een enorm risico loopt als je een brandje in een frituurpan met water probeert te blussen.

2 Bij een stoomexplosie ontstaan altijd grote wolken witte nevel.

a Uit welke stof bestaan die nevelwolken? In welke fase is die stof?

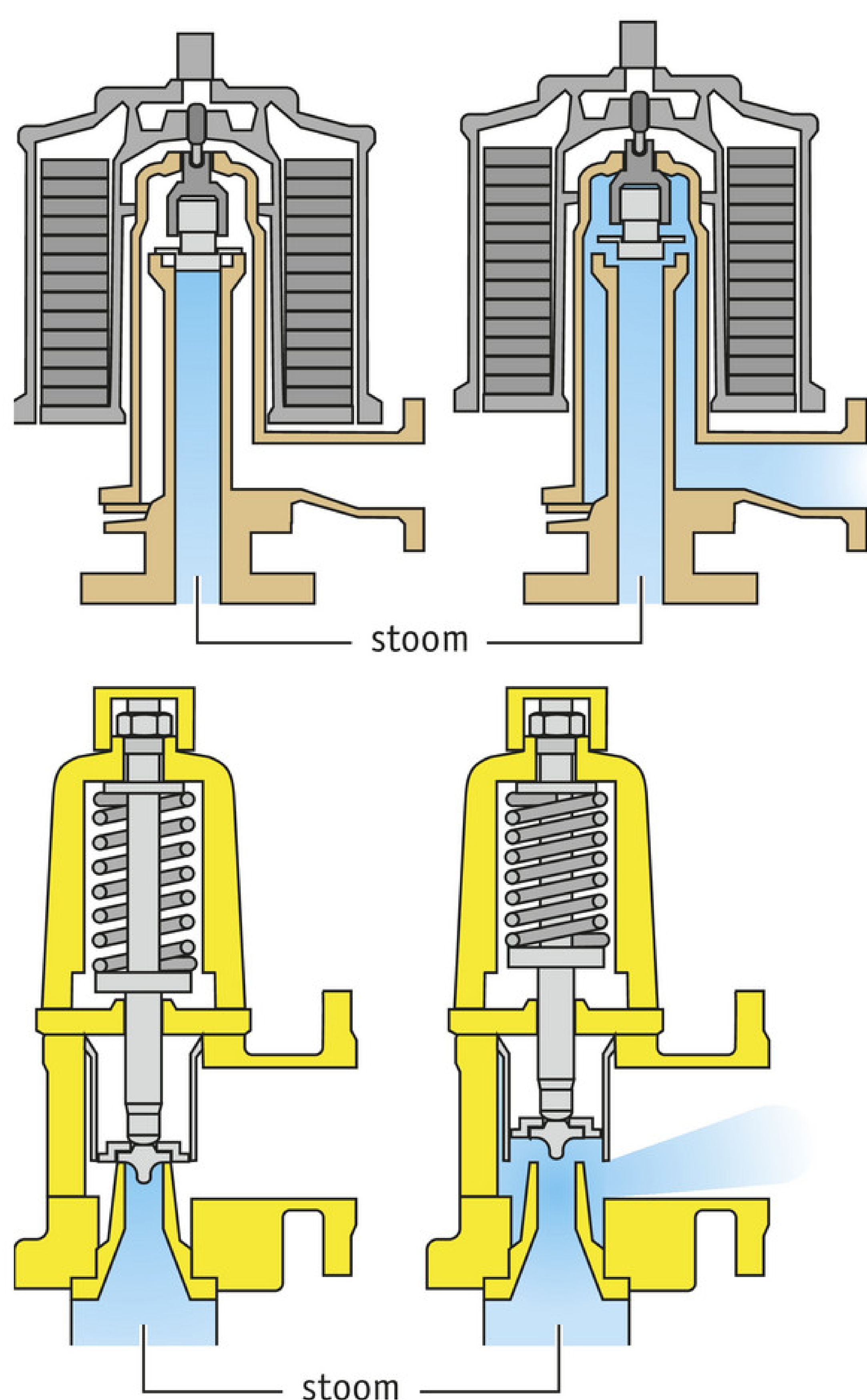
b De media hebben het over 'stoomwolken' en 'wolken waterdamp'. Waarom zijn deze namen vanuit natuurkundig oogpunt minder juist?

c In een krantenbericht staat: "De stoomwolken losten snel weer op." Vertaal deze zin van 'alledaagse/mediataal' naar 'natuurkundetaal'.

★ 3 Bekijk de twee soorten veiligheidskleppen in figuur 4.

a Leg uit hoe de bovenste veiligheidsklep werkt.

b Leg uit hoe de onderste veiligheidsklep werkt.



figuur 4 Twee veiligheidskleppen.

Leerstofoverzicht

3.1 IJS, WATER, WATERDAMP

ONTHOUD

- Stoffen kunnen voorkomen in drie fasen: vaste stof, vloeistof en gas.
- Sneeuw bestaat uit ijskristallen die allerlei mooie vormen hebben. In al die verschillende vormen kun je dezelfde zeshoekige structuur herkennen. Deze kristalstructuur is kenmerkend voor sneeuw. Elke vaste stof heeft een eigen kenmerkende kristalstructuur.
- Neerslag is water dat uit een wolk valt en de aarde bereikt. Regen, sneeuw, hagel, dauw, rijp en ijzel zijn verschillende soorten neerslag.

BEGRIPPEN

dauw
Neerslag bestaande uit kleine waterdruppeltjes.

fasen
De drie toestanden waarin een stof zich kan bevinden: vaste stof, vloeistof en gas.

gas
Toestand waarin een stof gasvormig is. Waterdamp bijvoorbeeld is water in gasvormige toestand.

ijzel
Zeer koude regen die bevriest als hij de bevroren grond raakt

kristalstructuur
Kenmerkende, regelmatige structuur van veel vaste stoffen.

neerslag
Water dat uit een wolk valt en de aarde bereikt.

rijp
Neerslag bestaande uit enorme aantallen kleine ijskristallen.

vaste stof
Toestand waarin een stof zich kan bevinden. IJs bijvoorbeeld is water in vaste toestand.

vloeistof
Toestand waarin een stof zich kan bevinden. Water dat uit de kraan komt bijvoorbeeld is water in vloeibare toestand.

3.2 TEMPERATUUR

ONTHOUD

- Met een thermometer kun je de temperatuur meten. De eenheid van temperatuur die in het dagelijks leven veel gebruikt wordt is graden Celsius (°C).
- Een vloeistofthermometer bestaat uit een reservoir en een stijgbuis waarlangs een schaalverdeling is aangebracht. Bij een vloeistofthermometer stijgt de vloeistof in de stijgbuis als de temperatuur stijgt. Dat komt doordat de vloeistof uitzet.
- De schaalverdeling in graden Celsius gaat uit van twee vaste punten: de temperatuur van smeltend ijs is 0 °C en de temperatuur van kokend water is 100 °C. Het tussenliggende gebied op de thermometer wordt in honderd gelijke stukken verdeeld.
- Het verschil tussen de laagste en hoogste temperatuur die je met een thermometer kunt meten is het meetbereik.
- Op een elektronische thermometer lees je de temperatuur af op een scherm.

BEGRIPPEN

reservoir
Ruimte onderaan de vloeistofthermometer die gevuld is met vloeistof.

stijgbuis
Doorzichtig pijpje van een thermometer waarin een vloeistof kan stijgen en dalen.

thermometer
Instrument om de temperatuur mee te meten.

vloeistofthermometer
Thermometer die bestaat uit een reservoir en een stijgbuis gevuld met vloeistof.

3.3 VERANDEREN VAN FASE

ONTHOUD

- Bij een fase-overgang gaat een stof over van de ene fase in een andere fase.
- Er zijn zes fase-overgangen:
  - bij smelten verandert een vaste stof in een vloeistof;
  - bij stollen of bevriezen verandert een vloeistof in een vaste stof;
  - bij verdampen verandert een vloeistof in een gas;
  - bij condenseren verandert een gas in een vloeistof;
  - bij rijpen verandert een gas in een vaste stof;
  - bij vervluchtigen verandert een vaste stof in een gas.
- De fase-overgangen spelen een belangrijke rol bij allerlei weersverschijnselen:
  - Als het vriest, wordt vloeibaar water vast ijs. Als het dooit, verandert het vaste ijs weer in vloeibaar water.
  - Regenwater verdampt en wordt onzichtbare waterdamp.
  - Waterdamp die tegen een koud voorwerp komt, condenseert. Er ontstaat dauw.
  - Als de temperatuur onder 0 °C is en waterdamp komt tegen een koud voorwerp, dan wordt waterdamp vaste stof: dit is rijpen.
  - Een laag sneeuw wordt bij droog weer dunner, omdat de vaste sneeuw door vervluchtigen overgaat in waterdamp.

BEGRIPPEN

bevriezen
Een andere naam voor stollen, specifiek voor vloeistoffen die vast worden bij een temperatuur onder 0 °C.

condenseren
Fase-overgang waarbij een stof overgaat van gasvormig naar vloeibaar.

fase-overgang
Een stof gaat van de ene toestand over in een andere toestand.

rijpen
Fase-overgang waarbij een stof overgaat van gasvormig naar vast.

smelten
Fase-overgang waarbij een stof overgaat van vast naar vloeibaar.

stollen
Fase-overgang waarbij een stof overgaat van vloeibaar naar vast.

verdampen
Fase-overgang waarbij een stof overgaat van vloeibaar naar gasvormig.

vervluchtigen
Fase-overgang waarbij een stof overgaat van vast naar gasvormig.

3.4 KOOKPUNT EN SMELTPUNT

BEGRIPPEN

- Als water kookt, bereiken de dampbellen, die overal in de vloeistof ontstaan, het wateroppervlak.
- Als een vloeistof verhit wordt, stijgt de temperatuur tot het kookpunt. Tijdens het koken blijft de temperatuur constant.
- Als een vaste stof verhit wordt, stijgt de temperatuur tot het smeltpunt. Bij het smeltpunt wordt de vaste stof vloeibaar. Tijdens het smelten blijft de temperatuur constant.
- Bij water spreek je niet van smeltpunt, maar van vriespunt.
- Het smeltpunt van ijs is 0 °C. Het kookpunt van water is 100 °C.
- Je kunt het vriespunt van water verlagen door een geschikte stof aan het water toe te voegen (zout of antivries).

BEGRIPPEN

koken
Proces waarbij een vloeistof niet alleen aan de oppervlakte verdampt, maar overal in de vloeistof.

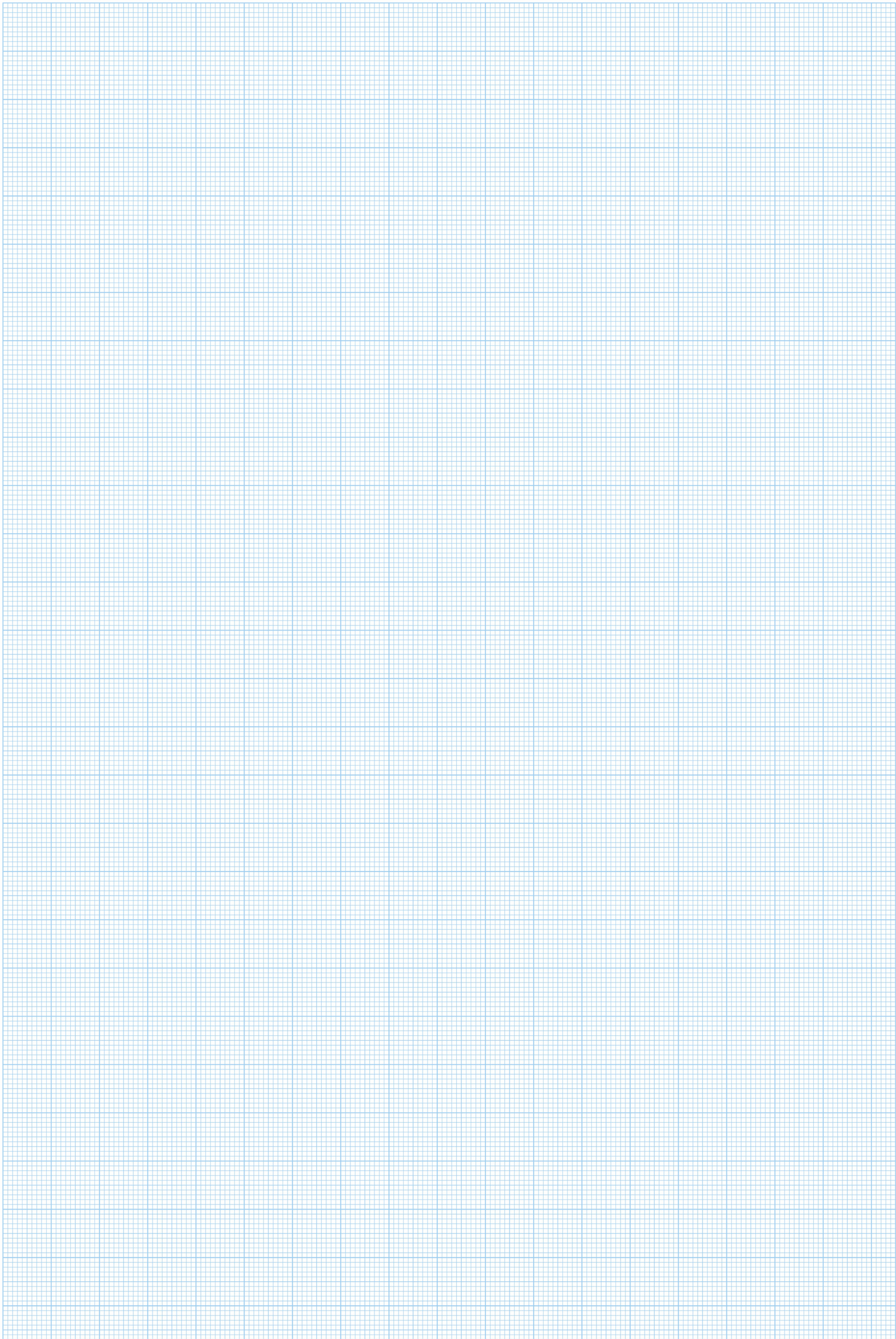
kookpunt
Temperatuur waarbij een vloeistof gaat koken. Het kookpunt is een kenmerkende stofeigenschap.

smeltpunt
Temperatuur waarbij een vaste stof gaat smelten. Het smeltpunt is een kenmerkende stofeigenschap.

vriespunt
Temperatuur waarbij een stof gaat stollen. Vries- en stolpunt zijn kenmerkende stofeigenschappen.



Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.



4 Elektriciteit

MOBIELE APPARATEN

Een elektrisch apparaat dat op batterijen werkt, kun je meenemen en gebruiken waar je maar wilt. Je hebt dan geen last van een snoer dat in het stopcontact moet. Natuurlijk moet je wel de batterijen op tijd opladen of verwisselen.


10000

1 Een stroomkring maken

LEERDOELEN

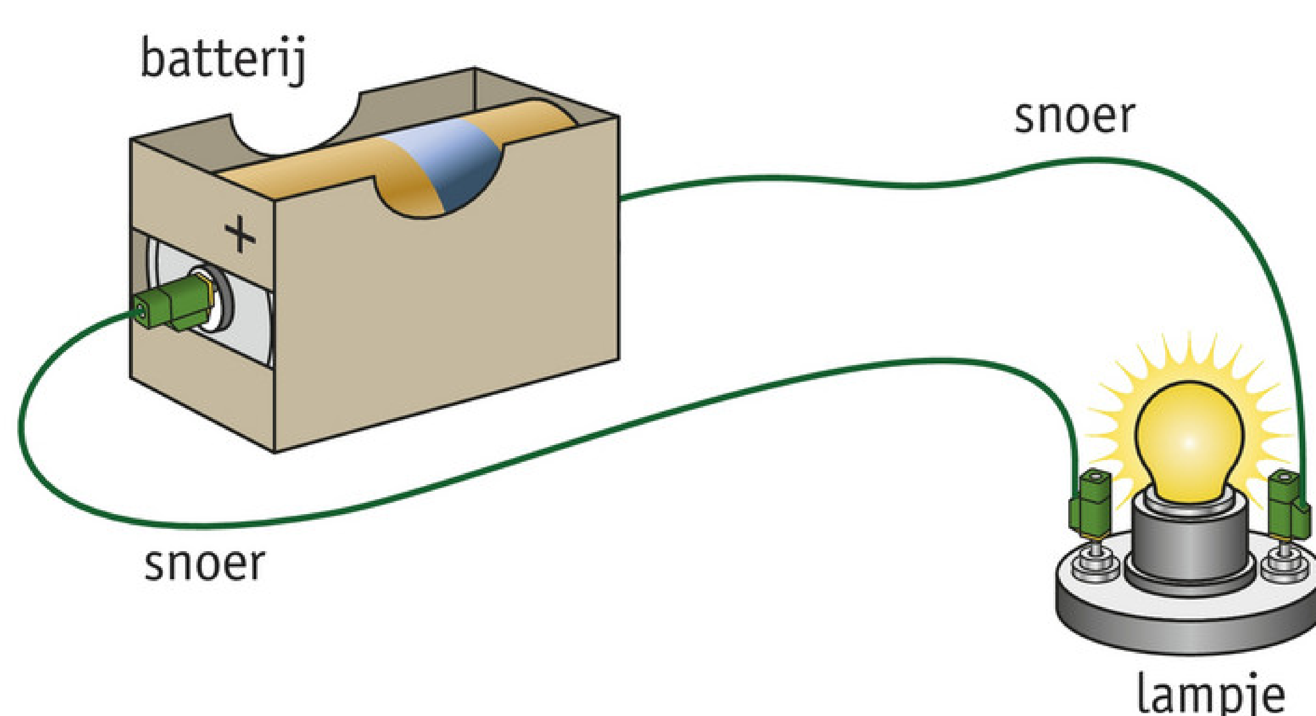
4.1.1 Je kunt uitleggen hoe je een gesloten stroomkring maakt.
4.1.2 Je kunt de verschillende onderdelen van een stroomkring benoemen.
4.1.3 Je kunt het verschil tussen geleiders en isolatoren beschrijven.
4.1.4 Je kunt een aantal geleiders en isolatoren benoemen.
4.1.5 Je kunt uitleggen op welke manier je de stroomsterkte meet.
EXTRA 4.1.6 Je kunt uitleggen wat een led is en hoe een led werkt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.1.4	4.1.5	4.1.6
Onthouden	1c	3a	1b	2	1a, 3bc	
Begrijpen	4a		5bc		6, 7ab, 8abcdefghij	11a, 12
Toepassen	4b, 10		5a, 9			
Analyseren						11b

In huis zijn er allerlei apparaten die op elektriciteit werken. Apparaten met een groot energieverbruik, zoals een stofzuiger of een wasmachine, sluit je aan op het lichtnet. Maar er zijn ook veel elektrische apparaten die op batterijen of accu's werken.

EEN GESLOTEN STROOMKRING

Om een lampje te laten branden, moet je er een elektrische stroom doorheen laten lopen. Dat lukt alleen als je een gesloten **stroomkring** maakt. Bijvoorbeeld: van de ene kant van een batterij naar een lampje, door het lampje en weer terug naar de andere kant van de batterij (figuur 1).



figuur 1 Een gesloten stroomkring.

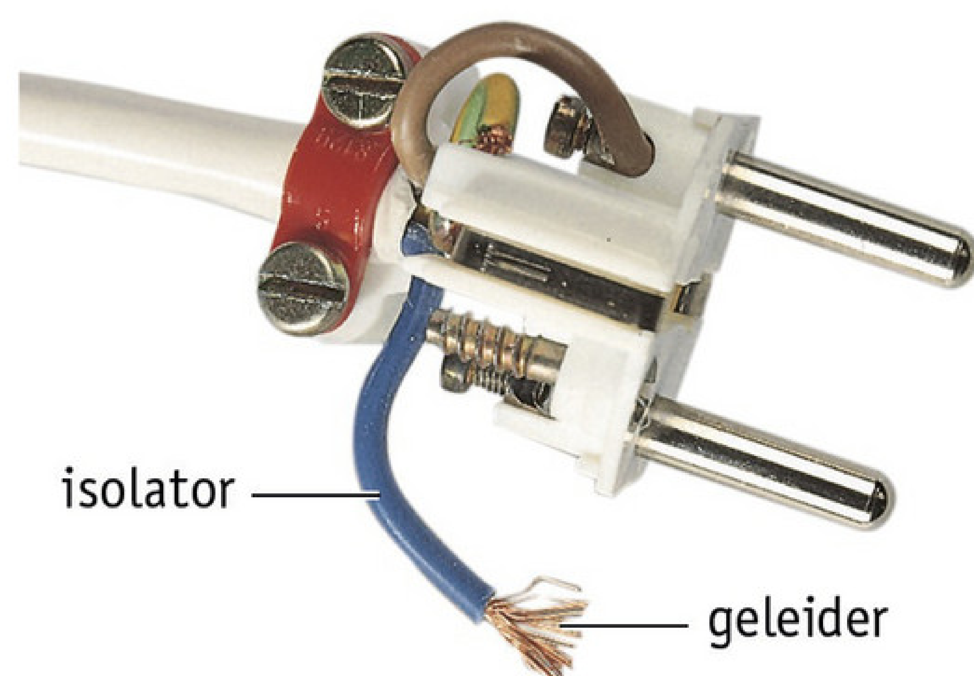
De woorden 'stroom' en 'stroomkring' maken duidelijk dat er 'iets' door de snoeren en het lampje heen beweegt. Natuurkundigen hebben dat 'iets' de naam **lading** gegeven. Een elektrische stroom bestaat uit bewegende lading. Als je een stroomkring onderbreekt, valt die beweging stil. De lading is er nog wel, maar die kan niet meer door de stroomkring heen bewegen.

Je kunt het bewegen van lading vergelijken met het stromen van lucht. In beide gevallen is de beweging zelf niet te zien. Wat je wel kunt zien, is het effect van die beweging. Als je de stroomkring sluit, zie je het lampje aangaan. Als het buiten waait, zie je de windmolens draaien.

ISOLERENDE EN GELEIDENDE STOFFEN

PROEF 1

Er zijn verschillende manieren om de onderdelen van een stroomkring met elkaar te verbinden. Bij proeven met elektriciteit gebruik je daar snoeren voor. De elektrische stroom loopt door de koperdraad die binnen in zo'n snoer zit. De buitenkant van het snoer is van plastic. Daar loopt geen elektrische stroom doorheen (figuur 2).



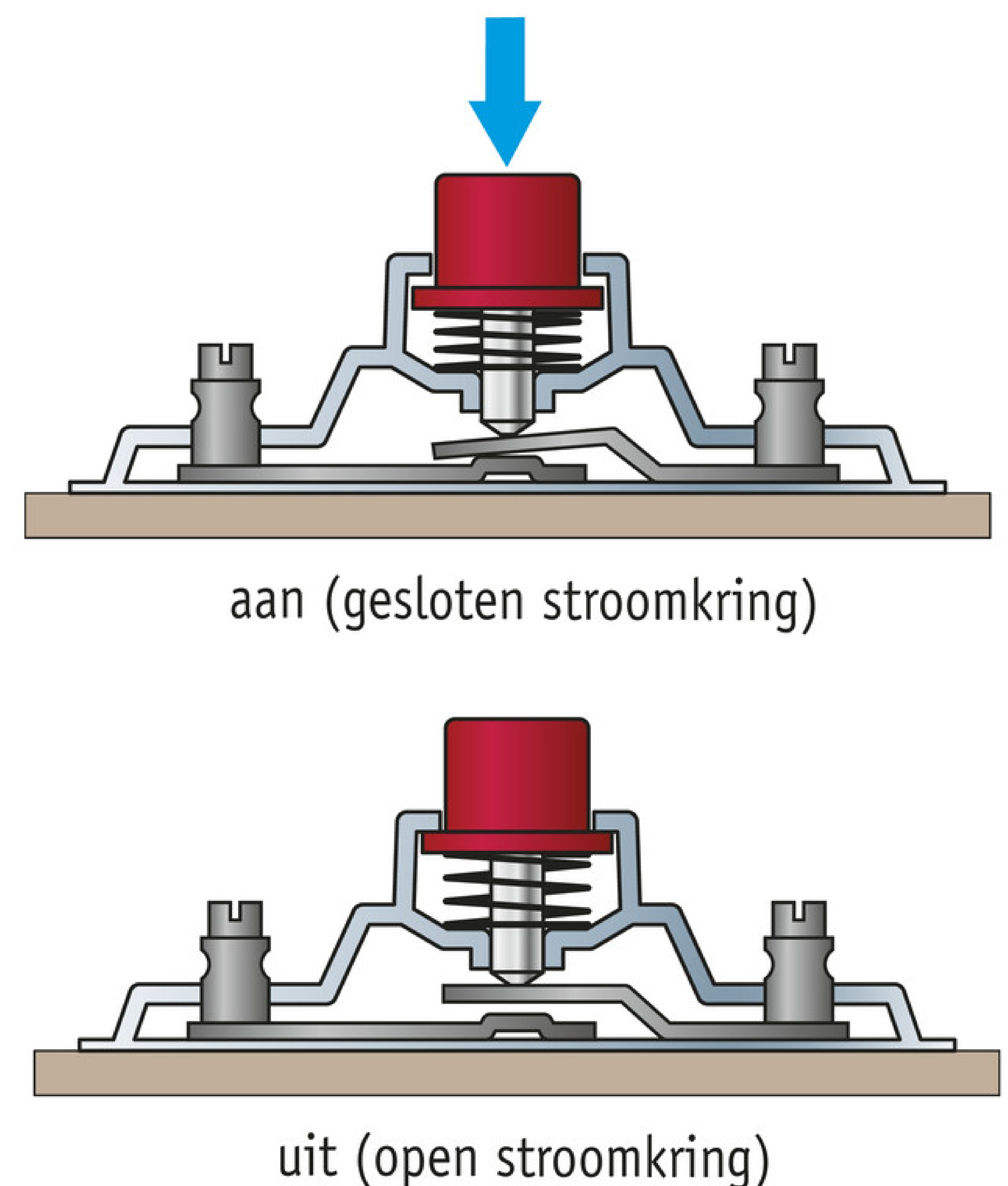
figuur 2 Een stekker en een elektriciteitssnoer bestaan uit geleiders en isolatoren.

Stoffen waar een elektrische stroom gemakkelijk doorheen kan lopen, heten **geleiders**. Alle metalen zijn geleiders, maar het ene metaal geleidt beter dan het andere. Koper en aluminium geleiden bijvoorbeeld beter dan ijzer en lood. Koolstof is geen metaal, maar in sommige gevallen is koolstof toch een geleider.

Stoffen die een elektrische stroom niet of heel slecht doorlaten, noem je **isolatoren**. Voorbeelden zijn rubber, glas en de meeste soorten plastic. Als een vaste stof geen metaal is, gaat het bijna altijd om een isolator. Ook lucht is een goede isolator.

In een gesloten stroomkring loopt de stroom door de geleidende delen van snoeren, lampjes of apparaten. Met een **schakelaar** kun je de stroom aan- en uitschakelen (figuur 3). Als je de stroom inschakelt, komen twee geleidende delen in de schakelaar met elkaar in contact. De stroomkring wordt zo gesloten.

Als je met de schakelaar de stroom uitschakelt, is er geen geleidende verbinding meer. De stroomkring is dan open en de elektriciteit kan niet meer naar de lamp stromen. Bij een open stroomkring kan de lamp dus niet branden.



figuur 3 Een drukschakelaar.

DE STROOM METEN

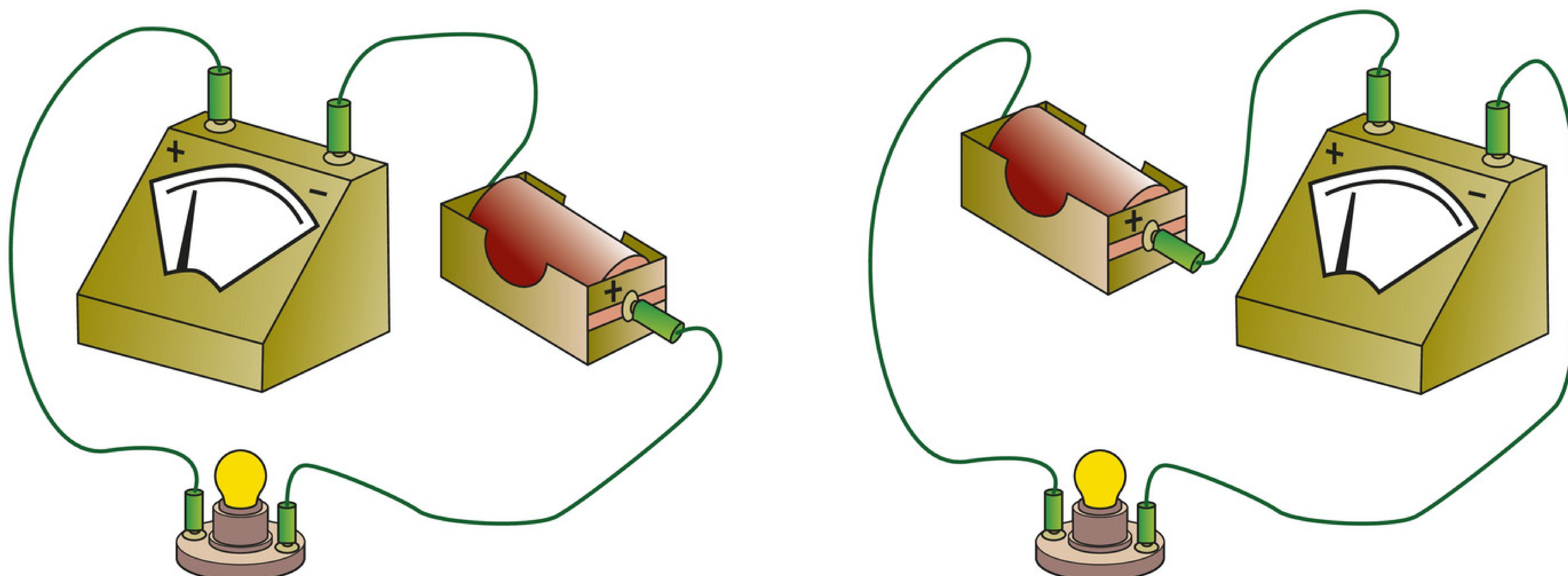
PROEF 2

Met een **stroommeter** kun je meten hoe 'sterk' de elektrische stroom door een stroomkring is. Je meet dan op een bepaald punt in de stroomkring hoeveel lading er in één seconde voorbijkomt. Dat noem je de **stroomsterkte**. Hoe meer lading er per seconde voorbijkomt, des te groter is de stroomsterkte.

Je kunt de stroomsterkte vergelijken met de hoeveelheid lucht die per seconde uit een opgeblazen ballon loopt. Als je het ventiel (het tuitje) van de ballon een eindje opent, stroomt de lucht naar buiten. Hoe groter de 'stroomsterkte', des te eerder is de ballon leeg.

De eenheid van elektrische stroomsterkte is de ampère (A). Een stroommeter wordt daarom ook wel een ampèremeter genoemd. Als de stroomsterkte klein is, meet je de stroom vaak in milliampère (mA). Je kunt zeggen dat er 0,250 A door een lampje loopt of 250 mA. Dat komt op hetzelfde neer.

Het maakt niet uit waar je een stroommeter in de stroomkring opneemt: links of rechts van het lampje. Aan de ene kant gaat er evenveel lading het lampje in als er aan de andere kant weer uitkomt. De stroomsterkte is op elke plaats in de stroomkring even groot (figuur 4).



figuur 4 Twee manieren om de stroomsterkte te meten.



Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA DE LED

Een led is een lampje dat in allerlei soorten verlichting gebruikt wordt. De naam led is een afkorting van ‘licht emitterende diode’. ‘Licht emitteren’ betekent licht uitstralen. Een diode is een klein elektronisch onderdeel dat maar in één richting stroom doorlaat. Als je een led hebt met een kleurloos plastic omhulsel, kun je de diode misschien net zien.

Kenmerkend voor een led is dan ook dat de stroom er maar in één richting doorheen kan lopen. Als je het andersom probeert, loopt er geen stroom en geeft de led geen licht. Daarom moet je een led altijd op de juiste manier aansluiten: het langste aansluitpootje moet je verbinden met de pluskant van de batterij (figuur 5).



figuur 5 Een led van dichtbij.

In fietslampen worden bijna altijd leds gebruikt (figuur 6). Leds hebben namelijk als voordeel dat ze heel weinig elektrische energie nodig hebben om (veel) licht te geven. Een ledlamp verbruikt tot 90% minder energie dan een gloeilamp. Leds hebben bovendien een lange levensduur en zijn ook goed bestand tegen schokken.



figuur 6 Een fietsachterlicht met vijf leds.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Elektrische stroom bestaat uit bewegende ....

b Stoffen waar een elektrische stroom doorheen kan lopen, heten ....

Stoffen die geen elektrische stroom doorlaten, noem je ....

c Je kunt de stroom in- en uitschakelen met een ....

2 Geef aan of de stof een geleider of een isolator is.

koper	*geleider / isolator*
rubber	*geleider / isolator*
glas	*geleider / isolator*
staal	*geleider / isolator*
koolstof	*geleider / isolator*
plastic	*geleider / isolator*

3 Vul in.

a In een gesloten .... loopt een stroom van de ene kant van een .... door een snoer naar bijvoorbeeld een lampje, en weer terug naar de andere kant van de batterij.

b Met een .... kun je meten hoe groot de stroomsterkte in een stroomkring is.

c De sterkte van de elektrische stroom wordt gemeten in .... , afgekort met de letter ....

TOEPASSING

4 Een zenuwspiraal is een spel waarin het de bedoeling is om een ring om een metalen draad naar de andere kant te bewegen (figuur 7). Als je met de ring de draad aanraakt, rinkelt er een bel en moet je opnieuw beginnen.

a Waarom rinkelt de bel als je de draad raakt?

b Geef met rood aan hoe de stroom loopt als de bel rinkelt.



figuur 7 Hoe loopt de stroom?

5 Het snoer van een waterkoker is beschadigd. Er zit een breuk in waardoor je het koper in het binnenste van het snoer kunt zien.

a Leg uit waarom het gevaarlijk is om deze waterkoker te gebruiken.

b Je wilt het snoer repareren. Welke eigenschap moet het reparatiemateriaal beslist hebben?

c Waarom mag het reparatiemateriaal niet uit koper of aluminium bestaan?

6 In figuur 8 zie je drie foto's van een stroommeter. Bekijk in elke foto goed voor welk meetbereik gekozen is (dit zie je aan het rode snoer).
Lees de stroomsterktes af die de meters aangeven en schrijf ze op.


Zie de vaardigheid *Werken met een stroommeter.*

stroommeter a: .... A

stroommeter b: .... A

stroommeter c: .... A

figuur 8 Welke stroomsterkte geven de drie stroommeters aan?



stroommeter a



stroommeter b



stroommeter c


Meer oefening nodig met het aflezen van stroommeters?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 1 Een stroomkring maken.

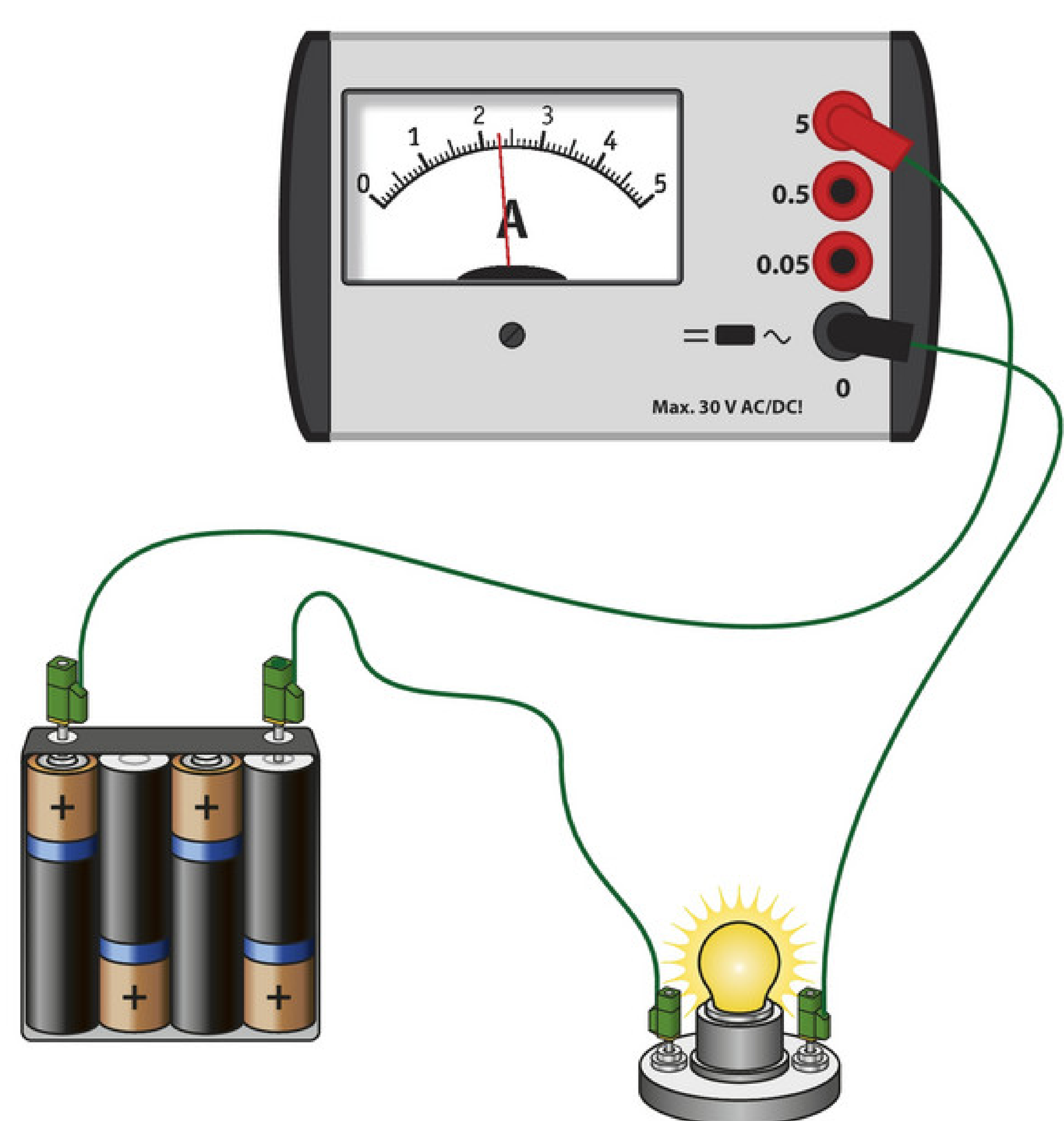
7 Romi meet de stroomsterkte tussen de pluspool van een batterij en een lampje (figuur 9).

a Hoe groot is de stroomsterkte die de stroommeter aangeeft?

.... A

b Daarna meet Romi de stroomsterkte tussen het lampje en de minpool van de batterij. Wat kun je zeggen over de stroomsterkte die ze dan meet?

○ A Die is groter dan ze net bij opdracht 7a heeft gemeten.
○ B Die is even groot als ze net bij opdracht 7a heeft gemeten.
○ C Die is kleiner dan ze net bij opdracht 7a heeft gemeten.



figuur 9 De opstelling van Romi.

8 Reken om.

a 37 mA = ... A

b 452 mA = ... A

c 0,250 A = ... mA

d 0,032 A = ... mA

e 3 mA = ... A

f 950 mA = ... A

g 0,072 A = ... mA

h 0,008 A = ... mA

i 1282 mA = ... A

j 0,125 A = ... mA

Meer oefening nodig met het omrekenen tussen ampère en milliampère?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 3 Schakelingen.

9 Als je een lichtschakelaar op UIT zet, wordt de stroomkring verbroken. Tussen de geleidende delen van de schakelaar zit dan lucht.
Leg uit hoe je hieruit kunt concluderen of lucht een geleider of een isolator is.

10 Op een website vindt Floor een artikel over hoe je zelf een eenvoudige deurbeveiliging kunt maken. Zie figuur 10 voor de handleiding.
Leg uit hoe de schakeling werkt.

HOUD DE DIEF MAAK JE EIGEN INBRAAKALARM

Rekenmachine gejat? Agenda kwijt? En je krijgt de dief maar niet te pakken?
Dan wordt het hoog tijd voor actie!

1 2 3

↑naar de deur

1. Neem een zoemer en maak de uiteinden van de draad vrij van isolatie.
2. Wind om de twee kanten van een wasknijper niet-geisoleerd elektriciteitsdraad.
3. Maak hiermee de schakeling en stop een stuk karton tussen de kanten van de wasknijper. Maak het karton met touw vast aan de deur.

figuur 10 Een inbraakalarm om zelf te maken.

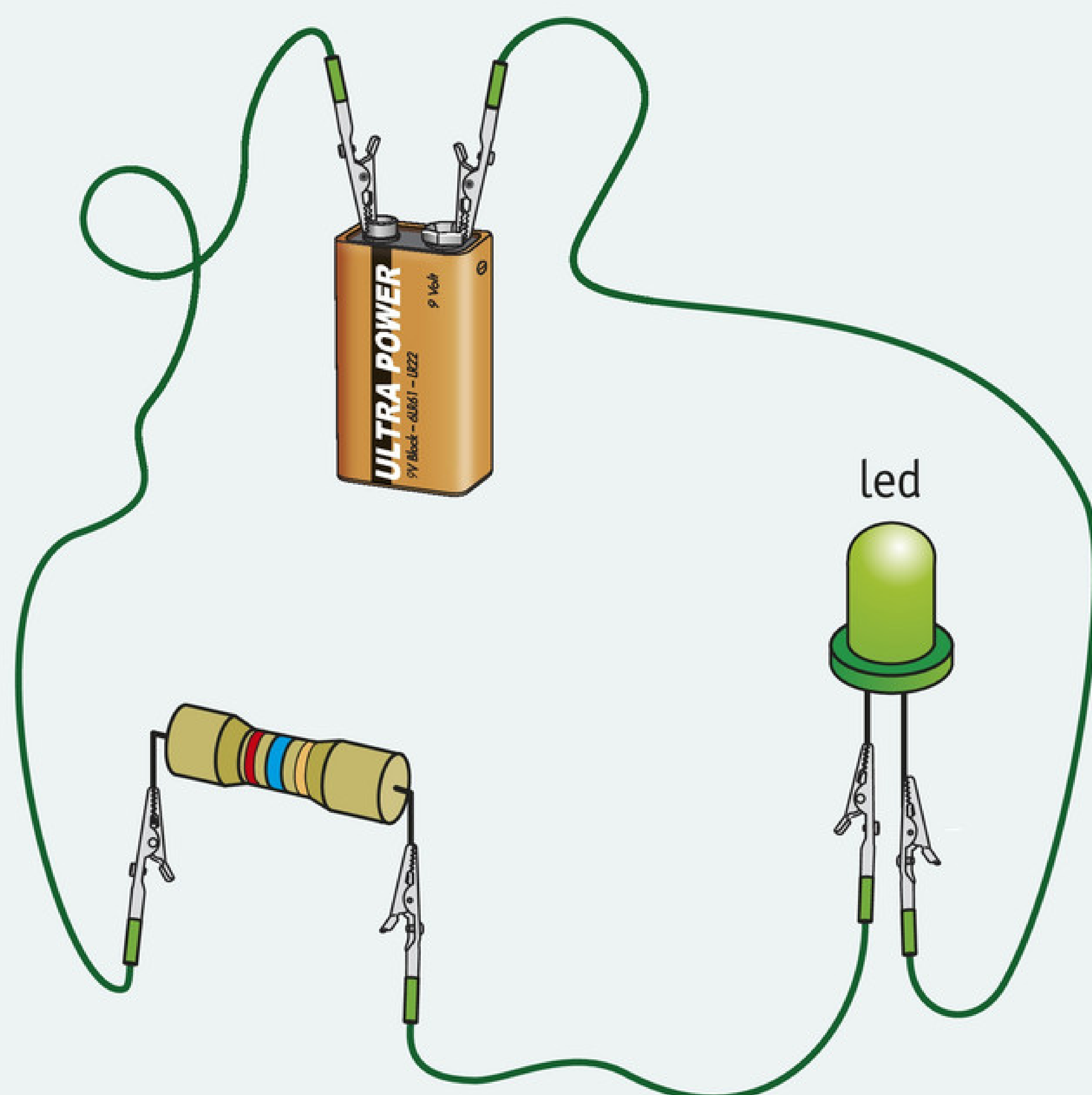
Test je kennis met de *Test jezelf*.

EXTRA DE LED

11 Ilse heeft een led aangesloten op een batterij (figuur 11). De led geeft geen licht. Ilse weet zeker dat de batterij en de led niet stuk zijn en dat de snoeren goed vastzitten.

a Wat zal er waarschijnlijk mis zijn?

b Ilse maakt daarna een stroomkring met vijf rode leds. Als ze de batterij aansluit, branden alle leds. Als één led stuk gaat, gaan alle leds uit.
Teken in figuur 12 de schakeling die Ilse gemaakt heeft.



figuur 11 De schakeling van Ilse.



figuur 12 De stroomkring met leds.

12 Noteer twee voordelen en één nadeel van leds.

2 Spanningsbronnen

LEERDOELEN

4.2.1 Je kunt een aantal spanningsbronnen benoemen.
4.2.2 Je kunt uitleggen wat spanning is.
4.2.3 Je kunt beschrijven hoe je spanning meet.
4.2.4 Je kunt uitleggen wat stroomsterkte is.
4.2.5 Je kunt de spanning berekenen als je batterijen in serie schakelt.
4.2.6 Je kunt benoemen voor welke spanning de meeste huishoudelijke apparaten zijn ontworpen.
EXTRA 4.2.7 Je kunt beschrijven hoe je zelf een batterij kunt bouwen.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN							
	4.2.1	4.2.2	4.2.3	4.2.4	4.2.5	4.2.6	4.2.7	4.1.3*
Onthouden	1a	2a	1b	2b	1c	1d	9	
Begrijpen	4abc, 6ab		5		7a, 8c		10abcd	8a
Toepassen					3, 7c, 8d			8b
Analyseren					7b			

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

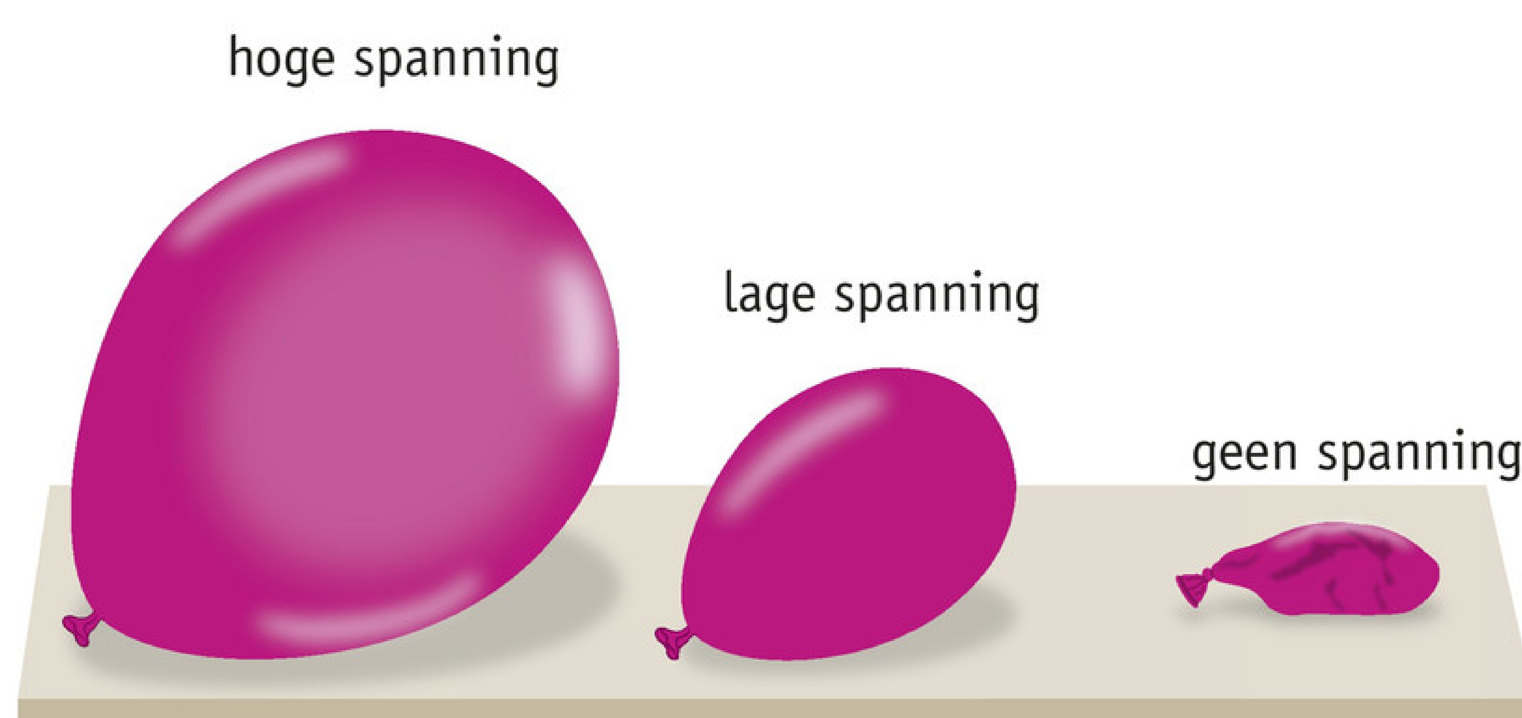
Om een stroomkring te maken, heb je een spanningsbron nodig. Veelgebruikte spanningsbronnen zijn batterijen, accu's en dynamo's. De panelen met zonnecellen die je vaak op daken ziet, zijn ook spanningsbronnen.

SPANNING

PROEF 3

Op een batterij of accu staat altijd vermeld welke **spanning** die levert. Bijvoorbeeld 1,5 volt, 9 volt of 12 volt. Je kunt de vermelde spanning controleren met een **spanningsmeter**. Daarvoor moet je de spanningsmeter verbinden met de pluspool en de minpool van de batterij. Omdat de spanning wordt gemeten in volt (V), wordt een spanningsmeter ook wel een voltmeter genoemd.

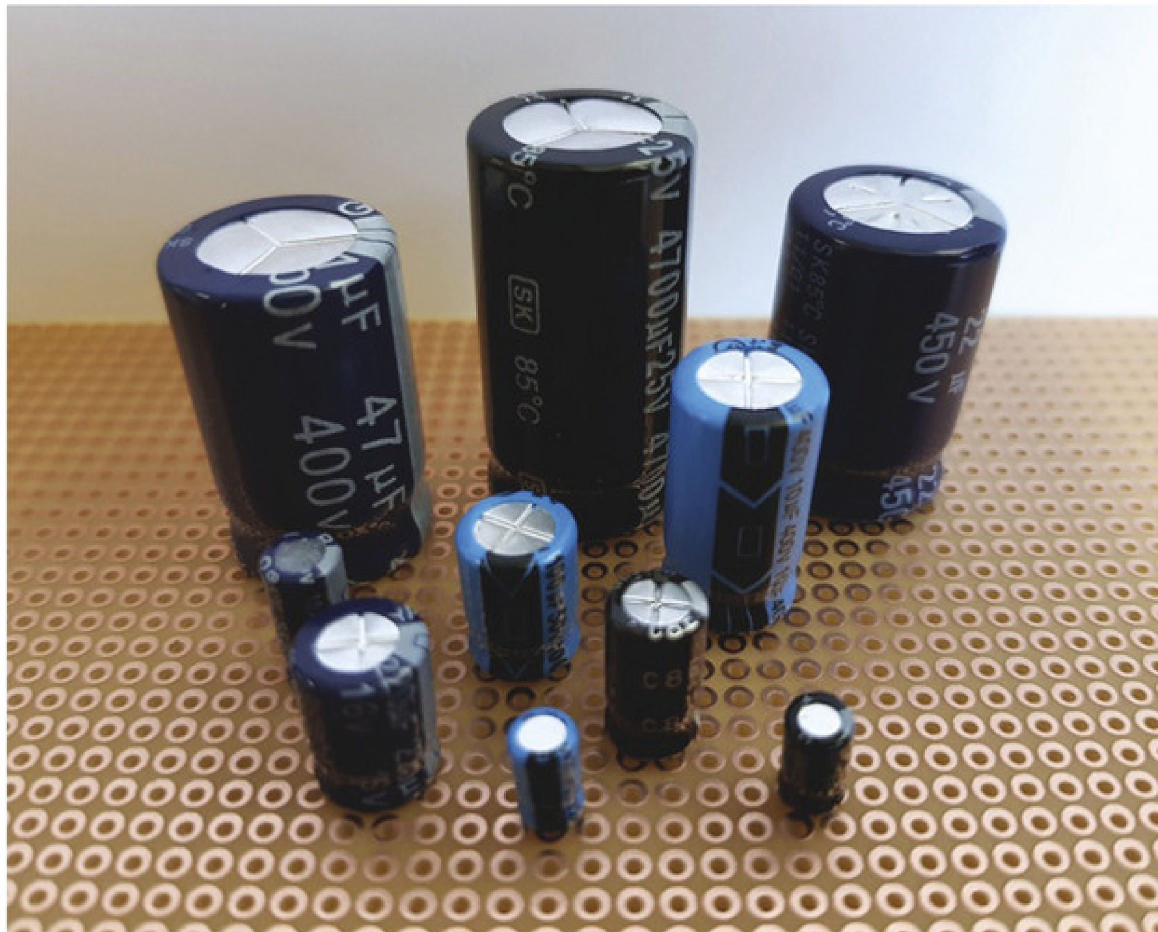
Maar wat is spanning eigenlijk? Je kunt een elektrische spanning vergelijken met de spanning van een opgeblazen ballon. Als je een ballon ver opblaast, krijgt hij een hoge spanning. Dat voel je als je op de ballon duwt: het rubber staat strak gespannen. Als je een ballon maar half vol blaast, is de spanning veel lager. Het rubber geeft dan gemakkelijk mee (figuur 1).



figuur 1 Hoe meer lucht er in de ballon zit, des te groter is de spanning.

Als je het ventiel (het tuitje) van een ballon een eindje opent, begint er lucht uit de ballon te stromen. Hierdoor daalt de spanning van de ballon. De stroomsterkte (de hoeveelheid lucht die per seconde uit de ballon stroomt) wordt ook kleiner. Een tijdje later is de spanning helemaal weg en stroomt er geen lucht meer uit de ballon.

Er bestaat een elektrisch onderdeel dat zich net zo gedraagt als een ballon: een condensator (figuur 2). Je kunt een condensator opladen door er lading in op te slaan. De spanning loopt dan op tot er geen lading meer bij kan. Als je de lading daarna weg laat lopen, daalt de spanning weer.



figuur 2 Condensatoren zijn er in vele maten.



figuur 3 Enkele soorten batterijen en accu's; elk type spanningsbron heeft zijn eigen spanning.

Condensatoren worden veel gebruikt in elektronica om onderdelen te beschermen tegen snelle spanningsveranderingen. Maar ze zijn niet geschikt om er apparaten op te laten werken. Dat komt doordat een condensator geen constante spanning levert. Als je een lampje aansluit op een condensator, geeft hij steeds minder licht en gaat al snel uit. Dat is niet wat je wilt.

BATTERIJEN

Batterijen en accu's leveren wel een constante spanning (figuur 3). Daarom worden ze **spanningsbronnen** genoemd. Als je een batterij gebruikt, stroomt er steeds lading uit de batterij de stroomkring in. Toch verandert de spanning daardoor niet. Dat komt doordat er in een batterij voortdurend nieuwe lading vrijkomt. Dat zorgt ervoor dat de spanning op peil blijft.

De lading die uit een batterij stroomt, komt van stoffen binnen in de batterij. Die stoffen worden daarbij langzaam opgebruikt. Als ze bijna op zijn, kunnen ze niet genoeg lading meer produceren om de spanning helemaal op peil te houden. Je zegt dan dat de batterij bijna leeg is.

Gewone batterijen kun je maar één keer gebruiken. Die gooi je weg na gebruik. Er zijn ook herbruikbare batterijen. Die kun je opladen door de stroom er in omgekeerde richting doorheen te laten lopen. Dat zorgt ervoor dat de veranderingen in de batterij worden teruggedraaid. De oorspronkelijke stoffen komen dan weer terug. Bij gewone batterijen zijn de veranderingen niet om te keren.

BATTERIJEN SCHAKELEN

Vaak heb je meer dan één batterij nodig om aan de juiste spanning te komen. Voor de afstandsbediening in figuur 4 heb je bijvoorbeeld twee staafbatterijen van 1,5 V nodig. Je moet die batterijen in serie schakelen. Dat wil zeggen dat je de pluspool van de ene batterij verbindt met de minpool van de andere batterij. Ze geven dan samen een spanning van 3,0 V.



figuur 4 In deze afstandsbediening gaan twee batterijen van 1,5 V.

Als je vier batterijen van 1,5 V in serie schakelt geven ze samen een spanning van 6,0 V. Je ziet:

> Als je batterijen in serie schakelt, mag je hun spanningen bij elkaar optellen.

De meeste huishoudelijke apparaten zijn ontworpen voor een spanning van 230 V. 230 V is de spanning van de stopcontacten in huis. Deze spanning noem je ook wel de **netspanning**.

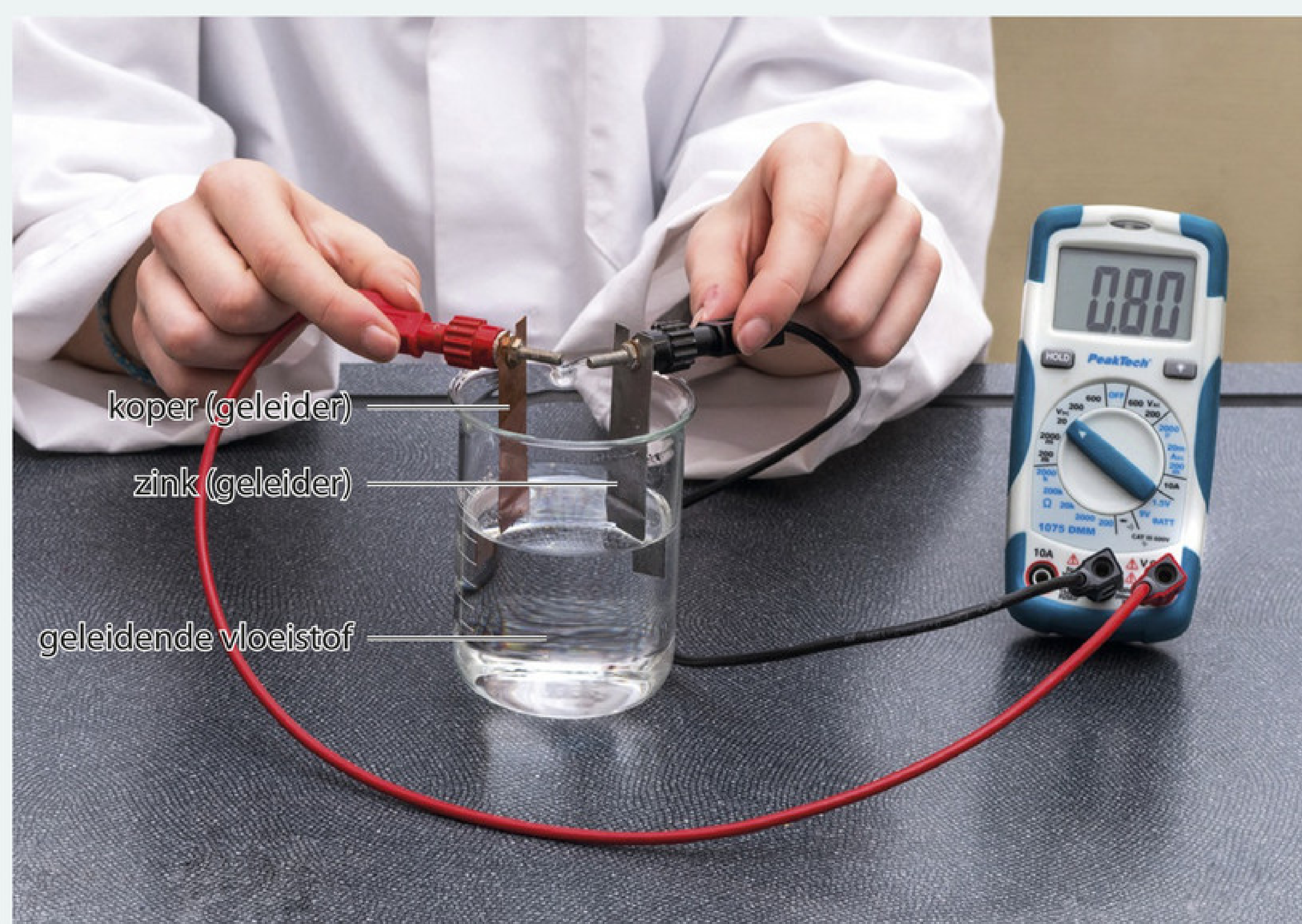
Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA EEN ZELFBOUWBATTERIJ

In figuur 5 zie je een batterij die je zelf kunt bouwen. Daarvoor heb je nodig:

- twee strips van verschillende, geleidende stoffen;
- een geleidende vloeistof;
- een bekerglas.

Voor de batterij in figuur 5 zijn strips van koper en zink gebruikt. De geleidende vloeistof is zout water. Dat is een goede geleider van elektriciteit, in tegenstelling tot zuiver water.



figuur 5 Een chemische spanningsbron.

Als je de strips in het zoute water zet, komt er meteen een kleine spanning over de strips te staan. Met een spanningsmeter kun je meten hoe groot die spanning is. Je kunt aan een grotere spanning komen door een aantal van deze batterijen met elkaar te verbinden (in serie te schakelen).

Als je de batterij elektrische energie laat leveren, wordt er zink verbruikt. De massa van de zinken strip neemt daardoor langzaam af. Dat merk je als je de massa van de strip bepaalt met een gevoelige weegschaal.

LEERSTOF

1 Beantwoord de volgende vragen.

a Welke vier soorten spanningsbronnen worden in deze paragraaf genoemd?

b De grootte van een spanning wordt gemeten in .... (................).

c Als je spanningsbronnen in serie schakelt, mag je hun spanningen *bij elkaar optellen* / *van elkaar aftrekken* / *met elkaar vermenigvuldigen* / *door elkaar delen*.

d De meeste huishoudelijke apparaten zijn ontworpen voor een spanning van .... volt.

2 Vul in.

a Een batterij kun je vergelijken met een opgeblazen ballon. Als je het ventiel (het tuitje) van een ballon een eindje opent, begint er lucht uit de ballon te stromen. Hierdoor daalt de .... van de ballon.

b De .... (de hoeveelheid lucht die per seconde uit de ballon stroomt) wordt ook kleiner.

TOEPASSING

3 Je wilt twee batterijen van 1,5 V een spanning laten leveren van 3 V. Teken hoe je de batterijen dan tegen elkaar aan moet leggen.

4 Batterijen, accu's en dynamo's zijn veelgebruikte spanningsbronnen.

a Noteer drie apparaten die op batterijen werken.

b Waar kom je een accu tegen als spanningsbron?

c Waar wordt een dynamo gebruikt?

5 In figuur 6 zie je drie foto's van een spanningsmeter. Bekijk in elke foto goed voor welk meetbereik gekozen is (je ziet dit aan het rode snoer).
Lees de spanningen af die de meters aangeven.


Zie de vaardigheid *Werken met een spanningsmeter*.

spanningsmeter a: V

spanningsmeter b: V

spanningsmeter c: V


Meer oefening nodig met het aflezen van spanningsmeters?
Ga naar de *Vaardigheidstrainer* in paragraaf 2 Spanningsbronnen.

figuur 6 Welke spanning geven de drie spanningsmeters aan?



spanningsmeter a



spanningsmeter b



spanningsmeter c

6 Een snoerloze boormachine werkt op de spanning van een kleine accu (figuur 7). Een ‘gewone’ boormachine moet je op het stopcontact (de netspanning) aansluiten.

a Welk voordeel heeft een snoerloze boormachine vergeleken met een gewone boormachine?

b Welk nadeel heeft een snoerloze boormachine vergeleken met een gewone boormachine?



figuur 7 Werken met een snoerloze boormachine.

7 Op een lampje staat dat het hoort te branden op een spanning van 9 V. Stijn heeft geen batterij van 9 V, maar wel een hele stapel batterijen van 1,2 V.

a Leg met een tekening uit hoe Stijn de 1,2-voltbatterijen moet schakelen om het lampje te laten branden.

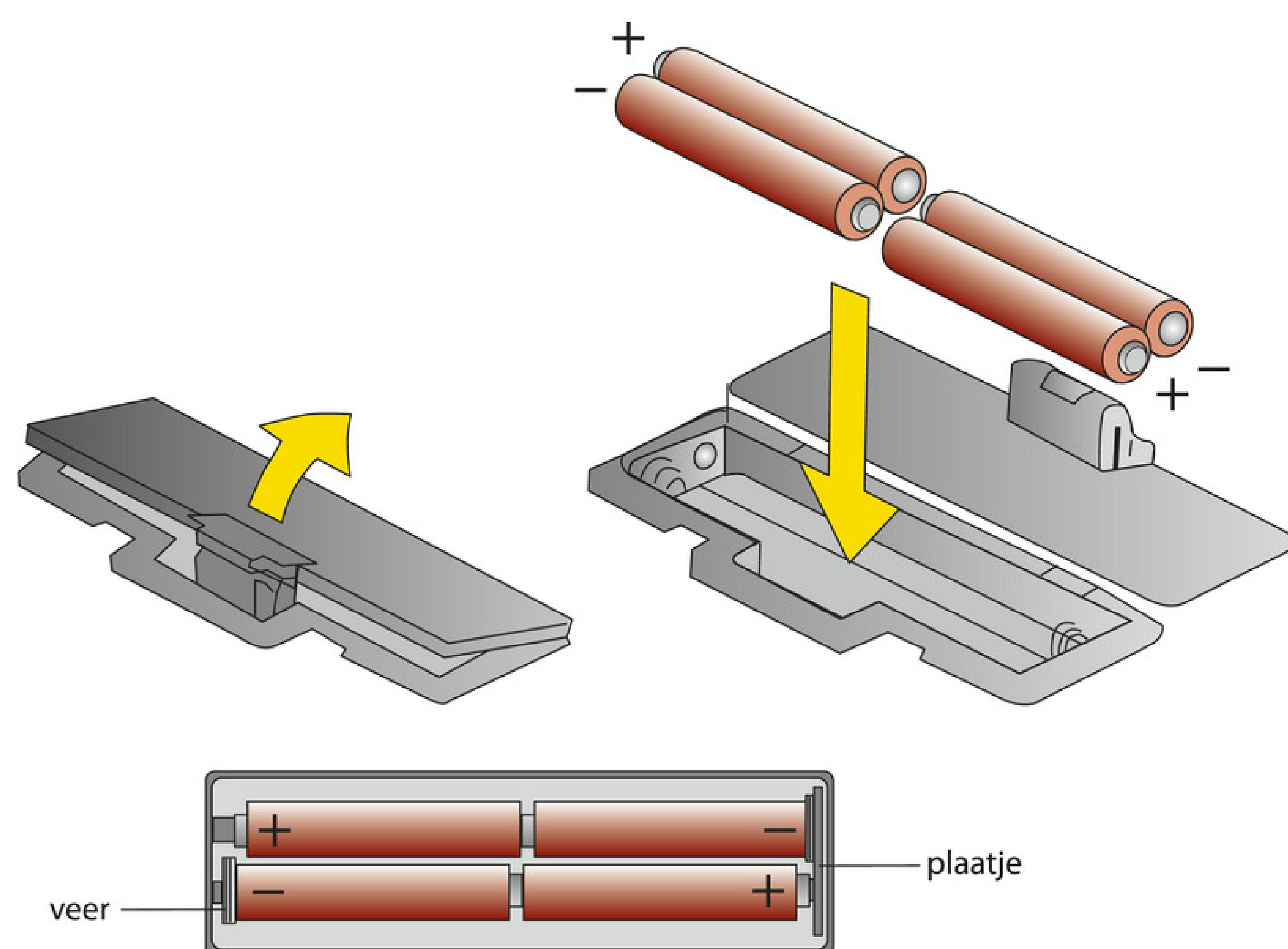
b Laat zien dat je met 1,2-voltbatterijen onmogelijk een spanning van precies 9 V kunt maken.

c Voor welke spanning die je wél met 1,2-voltbatterijen kunt maken, kan Stijn het best kiezen?

- ○ A 7,2 V
- ○ B 8,4 V
- ○ C 9,6 V

8 In figuur 8 zie je een afbeelding uit de handleiding van een personenweegschaal. De weegschaal werkt op vier AA-batterijen van 1,5 V die in een houder zitten.

a Waarom is het plaatje aan de rechterkant van een geleidend materiaal gemaakt?
b Is de veer aan de linkerkant ook van een geleidend materiaal gemaakt? Licht je antwoord toe.
c Hoe zijn de batterijen geschakeld als je ze goed in de houder doet?
d Hoe groot is de spanning die de vier batterijen dan samen leveren?



figuur 8 Zo moeten de batterijen in de weegschaal gedaan worden.

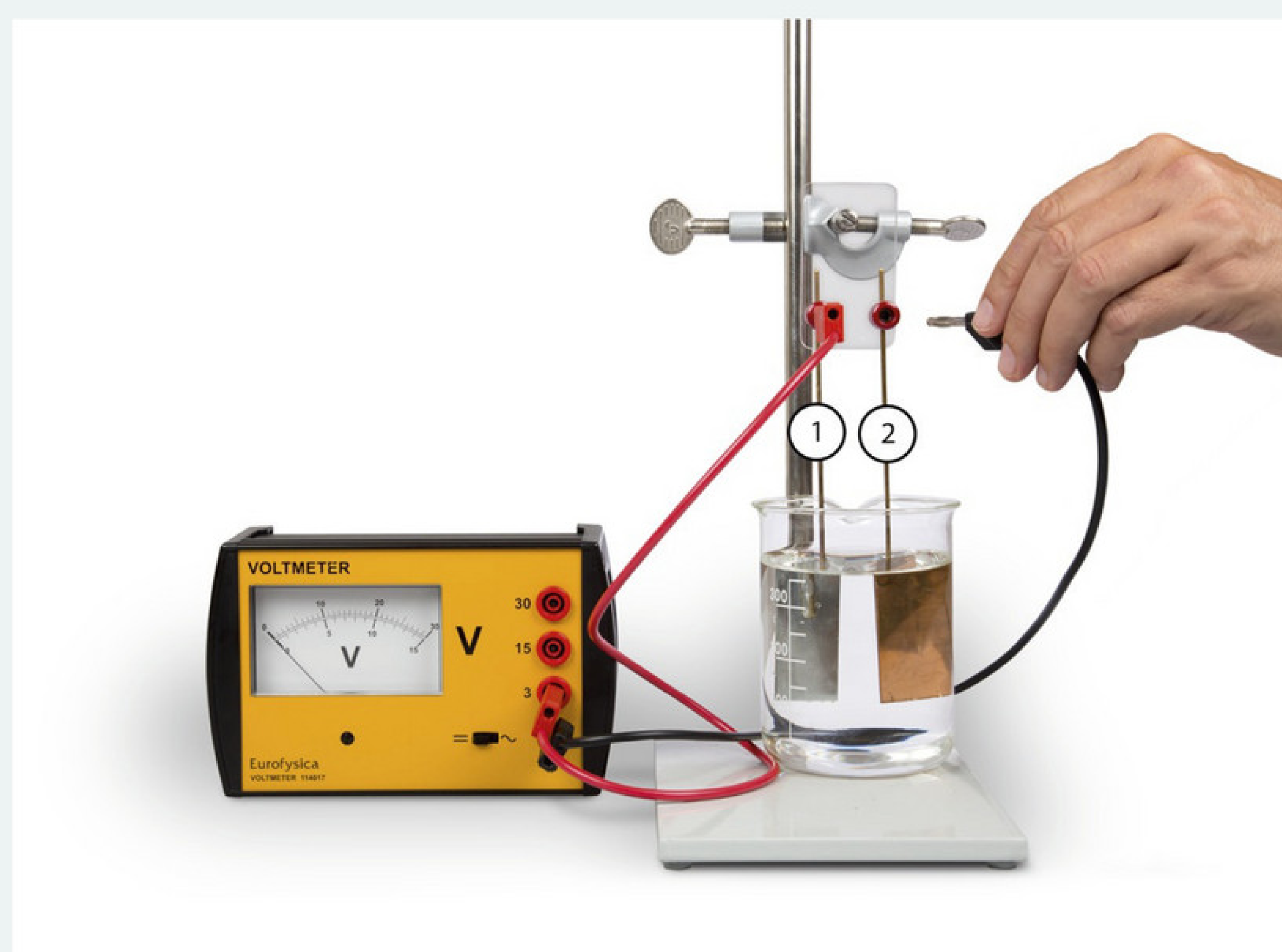

Test je kennis met de *Test jezelf*.

EXTRA EEN ZELFBOUWBATTERIJ

9 Het is niet moeilijk om zelf een eenvoudige batterij te bouwen.
Wat heb je daarvoor nodig?

10 Jeffrey is bezig om een zelfbouwbatterij te maken. Zie figuur 9.
Leg uit of zijn batterij spanning zal leveren:

a als strip 1 van ijzer, strip 2 van zink en de vloeistof zuiver water is;
b als strip 1 en 2 allebei van ijzer zijn en de vloeistof zuiver water is;
c als strip 1 van ijzer, strip 2 van zink en de vloeistof zout water is;
d als strip 1 en 2 allebei van ijzer zijn en de vloeistof zout water is.



figuur 9 Levert deze zelfbouwbatterij spanning?

3 Schakelingen

LEERDOELEN

4.3.1 Je kunt de symbolen benoemen die je gebruikt om een schakelschema te maken.
4.3.2 Je kunt het verschil uitleggen tussen een serie- en parallelschakeling.
4.3.3 Je kunt het schakelschema tekenen van eenvoudige serie- en parallelschakelingen.
4.3.4 Je kunt uitleggen waarom elektrische apparaten bijna altijd parallel geschakeld worden.
4.3.5 Je kunt de grootte van de stroomsterkte beredeneren in een schakeling.
EXTRA 4.3.6 Je kunt uitleggen hoe een wisselschakeling werkt.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN					
	4.3.1	4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.3.6
Onthouden	2abcd	1a	1b	1c		
Begrijpen		3b, 5a, 6abc	11abc		8d	12, 13abc
Toepassen		4a, 5b	3a, 4b, 9		7abcd	13d
Analyseren			10		8abc	

Je kunt lampen, schakelaars, snoeren en spanningsbronnen op verschillende manieren met elkaar verbinden. Anders gezegd: je kunt er verschillende schakelingen mee maken. In zo'n schakeling kun je altijd één of meer stroomkringen aanwijzen.

SCHAKELINGEN TEKENEN

Als je iemand wilt uitleggen hoe een bepaalde schakeling in elkaar zit, kun je het best een tekening gebruiken. Er zijn speciale symbolen bedacht om overzichtelijke tekeningen van schakelingen te kunnen maken (figuur 1). Zo'n tekening noem je een **schakelschema**.

component	symbool	component	symbool	component	symbool
snoer		lampje		stroommeter	A
batterij		schakelaar	open dicht	bel	
gelijk-spanning		spannings-meter	V	motor	M
wissel-spanning		stopcontact		led	

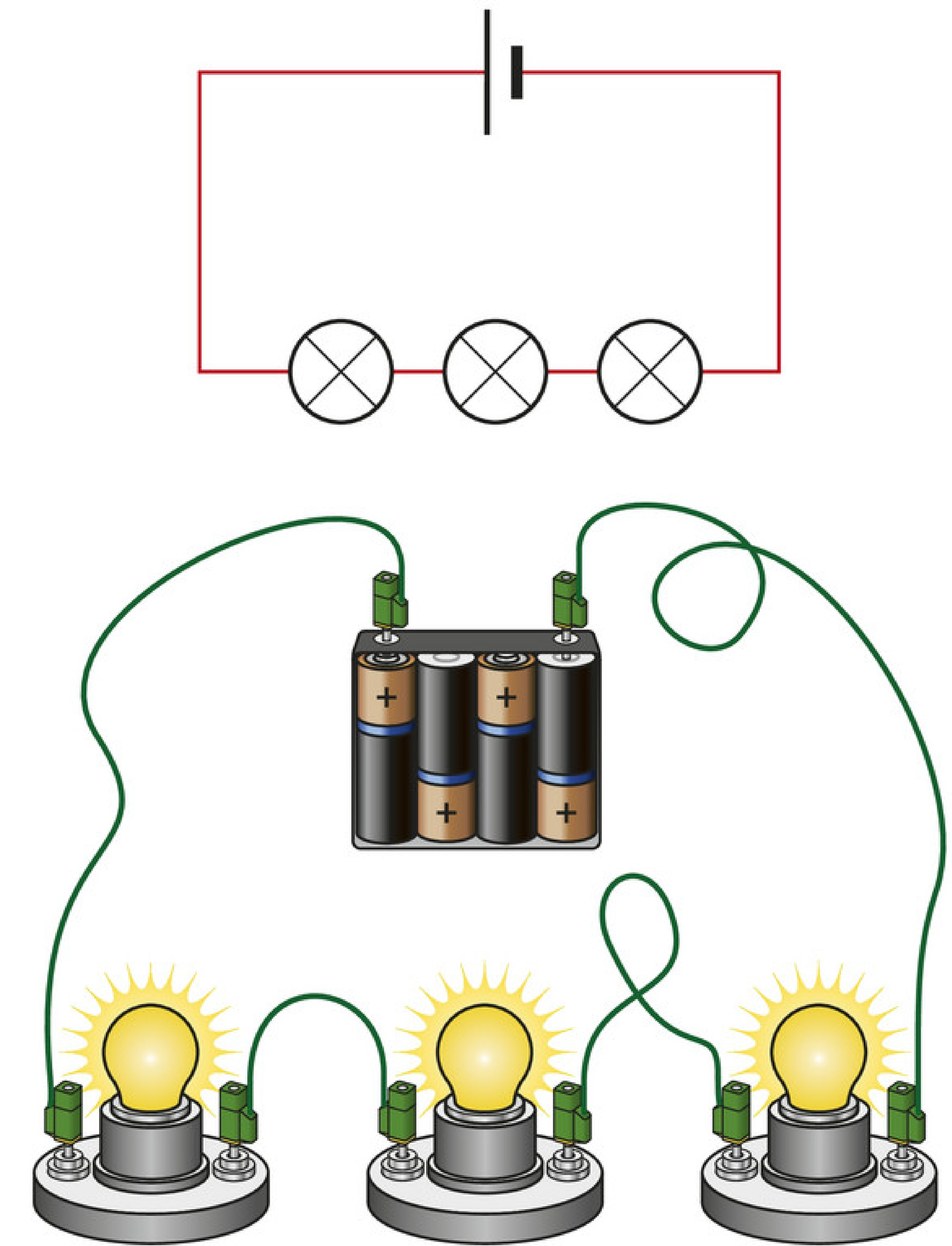
figuur 1 Symbolen voor schakelschema's.

Schakelschema's zijn onmisbaar bij proeven met elektriciteit. Het schema vertelt je welke onderdelen je nodig hebt en hoe je die met elkaar verbindt. Bij veel proeven staat er een schakelschema in het boek. Soms moet je zelf een schakelschema tekenen. Nadat je alle onderdelen hebt verzameld, bouw je de schakeling aan de hand van het schema.

SERIESCHAKELINGEN

PROEF 4+5

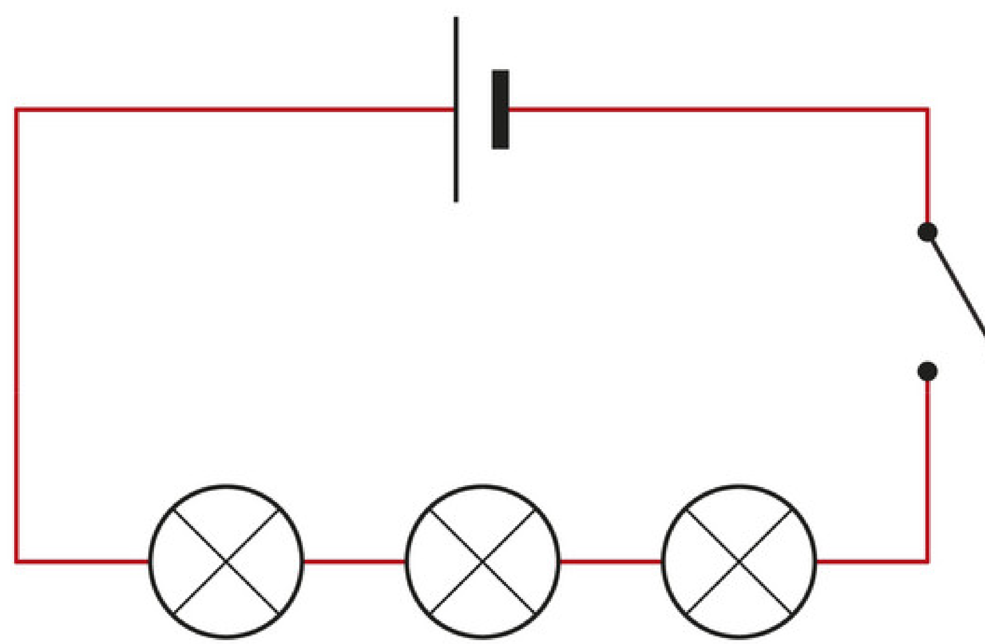
In figuur 2 zie je een **serieschakeling** met drie lampjes. Een serieschakeling heeft geen vertakkingen: er is maar één stroomkring. Als er één lampje stukgaat, is de stroomkring verbroken: alle lampjes gaan dan uit. Het is daarom niet praktisch om lampen in serie te schakelen. Je wilt dat de andere lampen blijven werken als er één lamp kapotgaat.



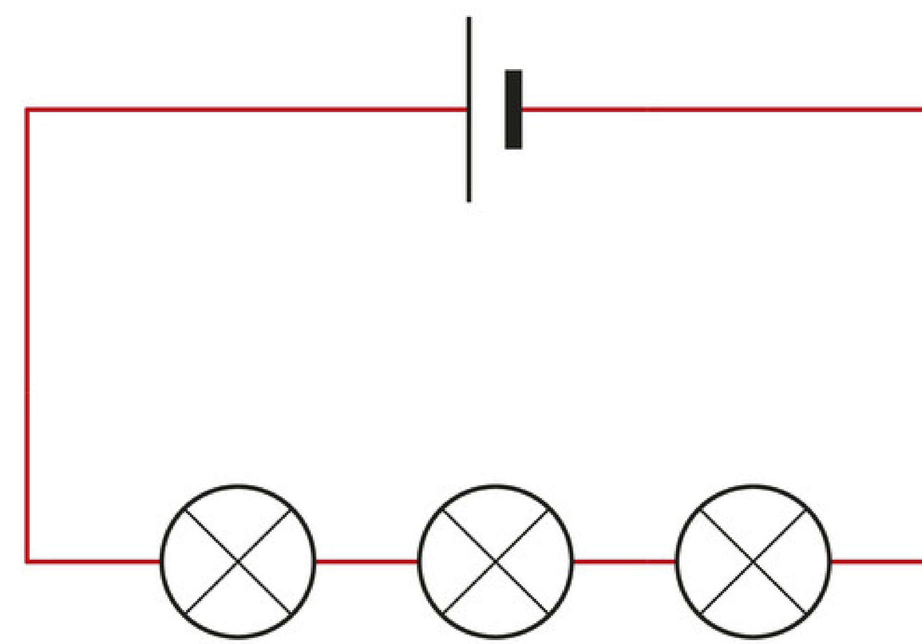
figuur 2 Een serieschakeling van drie lampjes.

Je schakelt een schakelaar juist wel in serie met het apparaat dat aan- of uitgezet moet worden. Met een lichtschakelaar doe je een lamp aan of uit. Als je de schakelaar op UIT zet, open je de stroomkring en gaat de lamp uit. Als je de schakelaar op AAN zet, sluit je de stroomkring en gaat de lamp weer aan.

- In een open stroomkring staat de schakelaar open en is de lamp uit (figuur 3).
- In een gesloten stroomkring staat de schakelaar dicht en is de lamp aan (figuur 4).



figuur 3 Een open stroomkring: de lampjes zijn uit.



figuur 4 Een gesloten stroomkring: de lampjes zijn aan.

De stroomsterkte in een serieschakeling is overal even groot. Het maakt niet uit waar je de stroomsterkte meet: tussen de batterij en het eerste lampje, tussen het eerste en het tweede lampje, tussen het tweede en het derde lampje of tussen het derde lampje en de batterij. De lading die een lampje instroomt, stroomt er ook weer uit. Je krijgt steeds dezelfde meetwaarde.

PARALLELSCHAKELINGEN

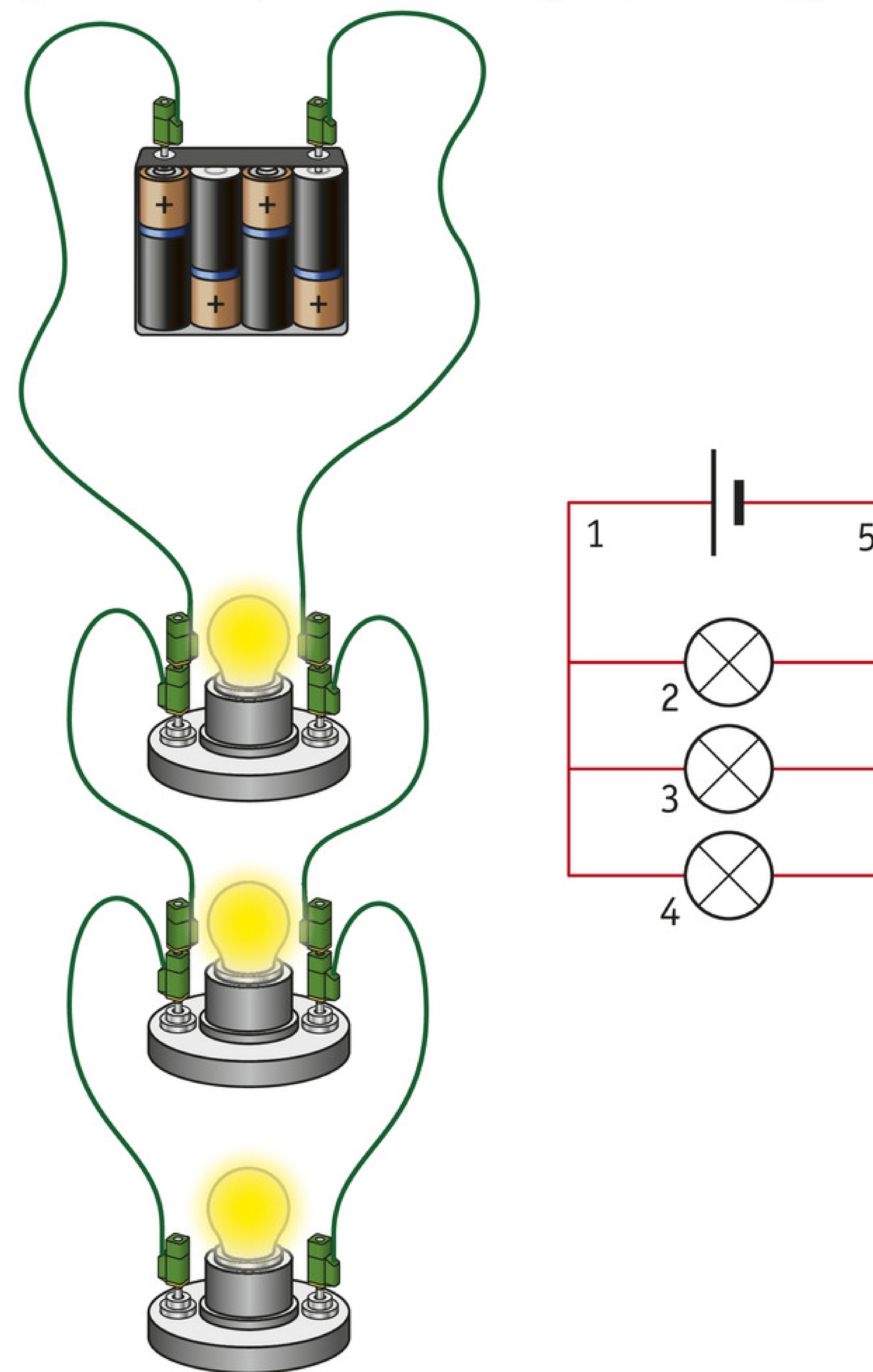
PROEF 6

In figuur 5 zie je een **parallelschakeling** van drie identieke lampjes. De schakeling vertakt zich in drieën. Elk lampje is rechtstreeks aangesloten op de spanningsbron. De parallelschakeling bestaat dus uit drie stroomkringen. Deze stroomkringen kunnen elk apart geopend en gesloten worden als je in elke vertakking een schakelaar toevoegt.

Als een lampje doorbrandt, blijven de andere gewoon branden. In een serieschakeling is dat onmogelijk: of de lampjes branden allemaal, of ze zijn allemaal uit.

Op de plaats waar een parallelschakeling zich vertakt, splitst de stroom zich. In figuur 5 splitst de stroom zich in drieën. De stroomsterkte in de onvertakte gedeelten (bij 1 en 5) wordt de **totale stroomsterkte** genoemd. Als de lampjes in de schakeling gelijk zijn, is de stroomsterkte in de takken (bij 2, 3 en 4) is steeds een derde van de totale stroomsterkte. In een parallelschakeling is de stroomsterkte dus niet overal even groot, zoals in een serieschakeling.

figuur 5 Een parallelschakeling van drie lampjes.





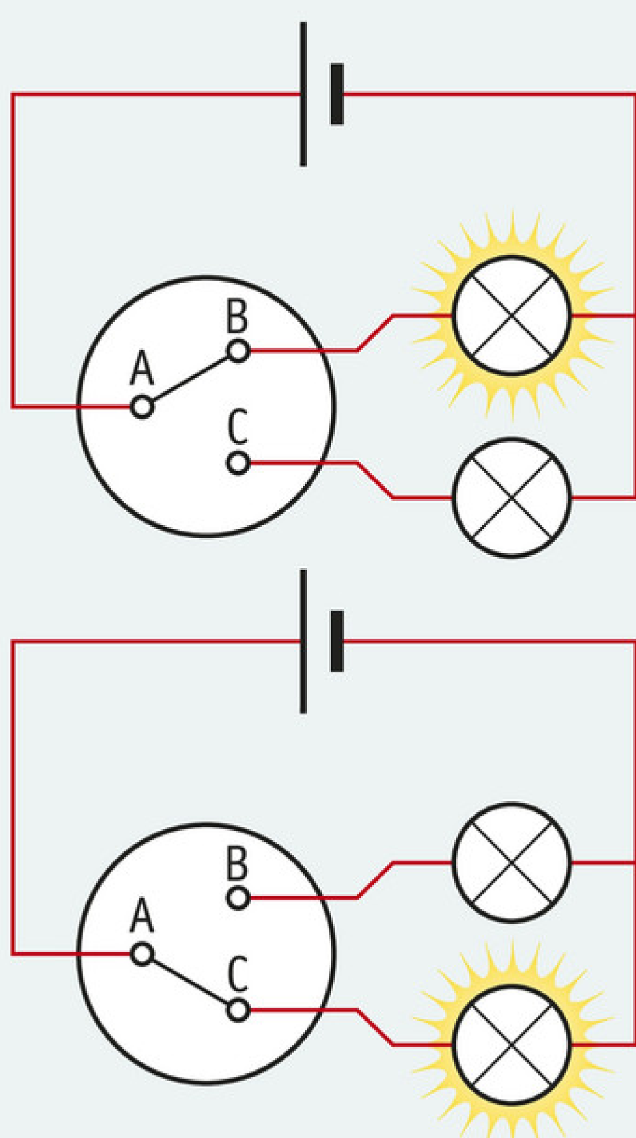
Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA DE WISSELSCHAKELING

Voor een lamp in een trappenhuis wordt een speciaal soort schakeling gebruikt: de wisselschakeling. Deze schakeling maakt het mogelijk om de lamp op twee plaatsen aan en uit te doen: boven aan de trap en onder aan de trap.

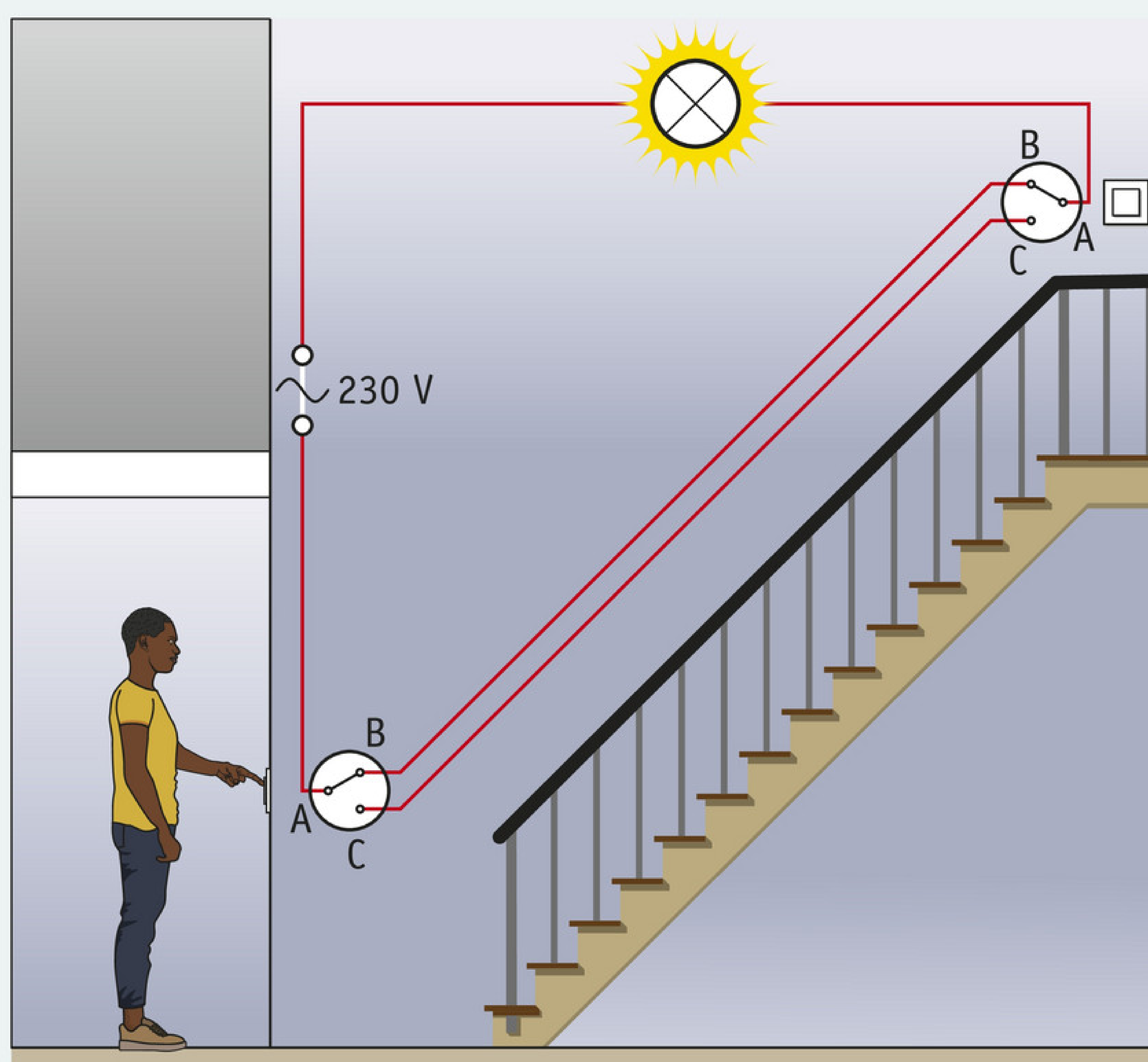
In een wisselschakeling worden geen gewone schakelaars gebruikt, maar wisselschakelaars. Een wisselschakelaar heeft drie aansluitpunten en twee standen (figuur 6).

- In stand 1 wordt punt A doorverbonden met punt B.
- In stand 2 wordt punt A doorverbonden met punt C.



figuur 6 Zo werkt een wisselschakelaar.

In figuur 7 is een wisselschakeling getekend. Kijk goed hoe de aansluitpunten van de wisselschakelaars met elkaar verbonden zijn. In de getekende situatie staat de lamp aan. Als je een van beide wisselschakelaars omzet, gaat de lamp uit.



figuur 7 Een wisselschakeling met twee wisselschakelaars.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Een schakeling zonder vertakkingen heet een ....

Een schakeling met vertakkingen heet een ....

b Een tekening van een schakeling waarin elk onderdeel met een speciaal symbool is weergegeven, noem je een ....

c Alle stopcontacten en lampen in huis zijn *parallel* / *in serie* geschakeld.

2 Teken de schakelsymbolen van de volgende onderdelen.

a een lampje
b een schakelaar
c een bel
d een spanningsmeter

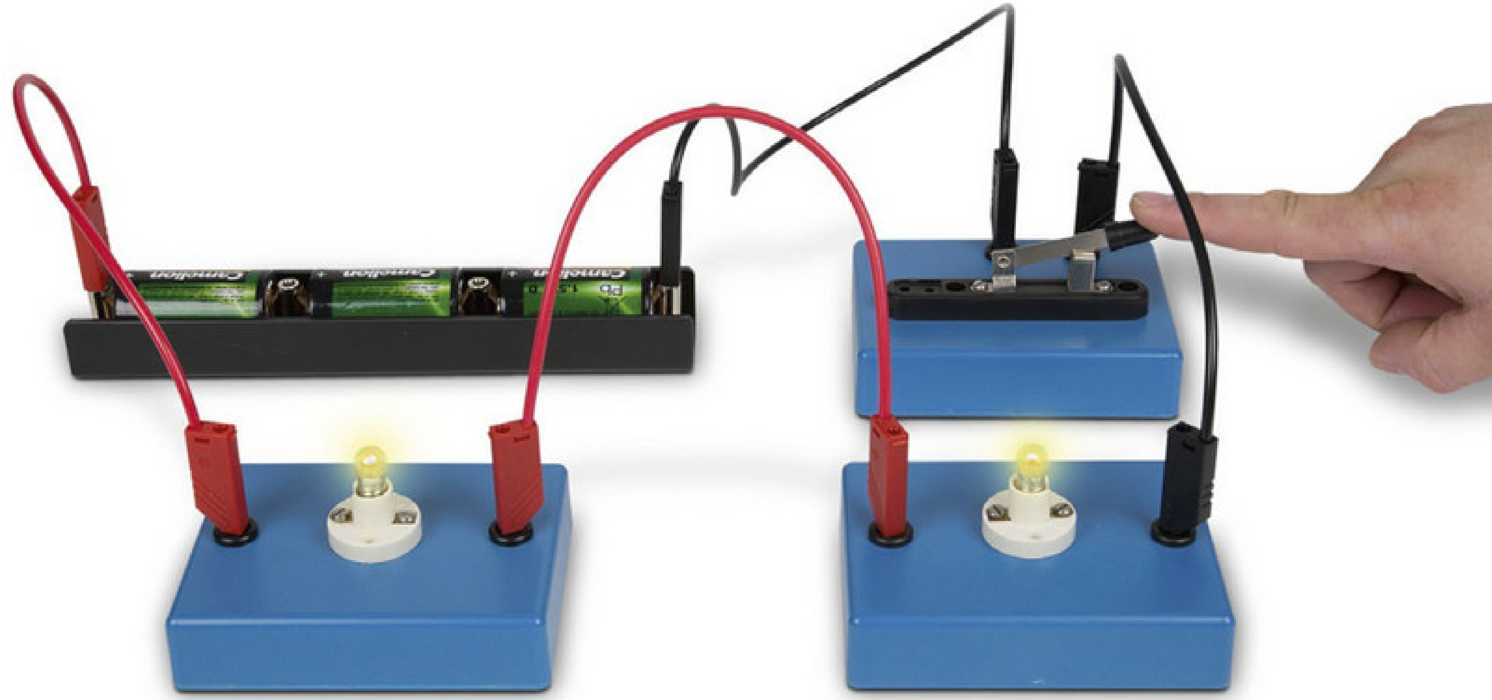
TOEPASSING

3 In figuur 8 zie je een foto van een schakeling.

a Teken het schakelschema van deze schakeling.

 Zie de vaardigheid *Schakelingen bouwen*.

b Dit is een *serieschakeling* / *parallelschakeling*.



figuur 8 Een schakeling.

4 In een schakeling zitten twee lampjes die elk apart met een schakelaar aan- en uitgezet kunnen worden.

a Leg uit of dit een parallelschakeling of een serieschakeling is.

b Teken het schakelschema voor deze schakeling.

5 Een auto heeft knipperlichten, remlichten, koplampen, achterlichten, enzovoort.

a Hoe zijn deze lampen geschakeld? *in serie* / *parallel*

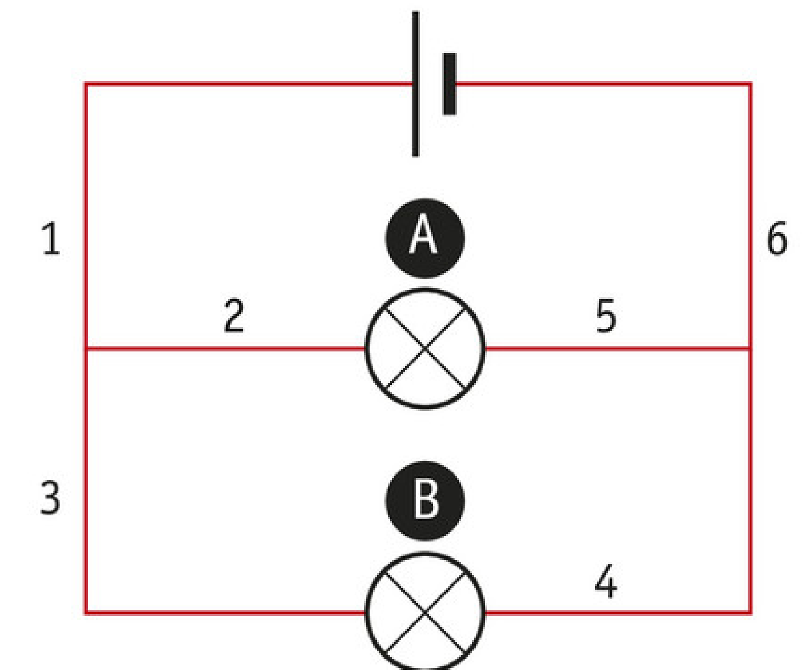
b Waaruit blijkt dat?

6 In de schakeling van figuur 9 zijn zes snoertjes gebruikt. Een van die snoertjes heeft een contactpuntje dat loszit. Daardoor kan er geen stroom door dit snoertje lopen.
In welke snoertjes zou deze fout kunnen zitten (noteer de nummers):

a als beide lampjes niet branden?

b als lampje A wel brandt en lampje B niet?

c als lampje B wel brandt en lampje A niet?



figuur 9 Waar zit de fout?

7 Frits repareert de schakeling van figuur 9. Hij neemt twee gelijke lampjes en meet de stroomsterkte door lampje A. Die blijkt 1,5 A te zijn.

a Hoe groot is de stroomsterkte door lampje B?

- ○ A 0,75 A
- ○ B 1,5 A
- ○ C 3 A

b Hoe groot is de totale stroomsterkte?

- ○ A 1,5 A
- ○ B 3 A
- ○ C 4,5 A
- ○ D 6 A

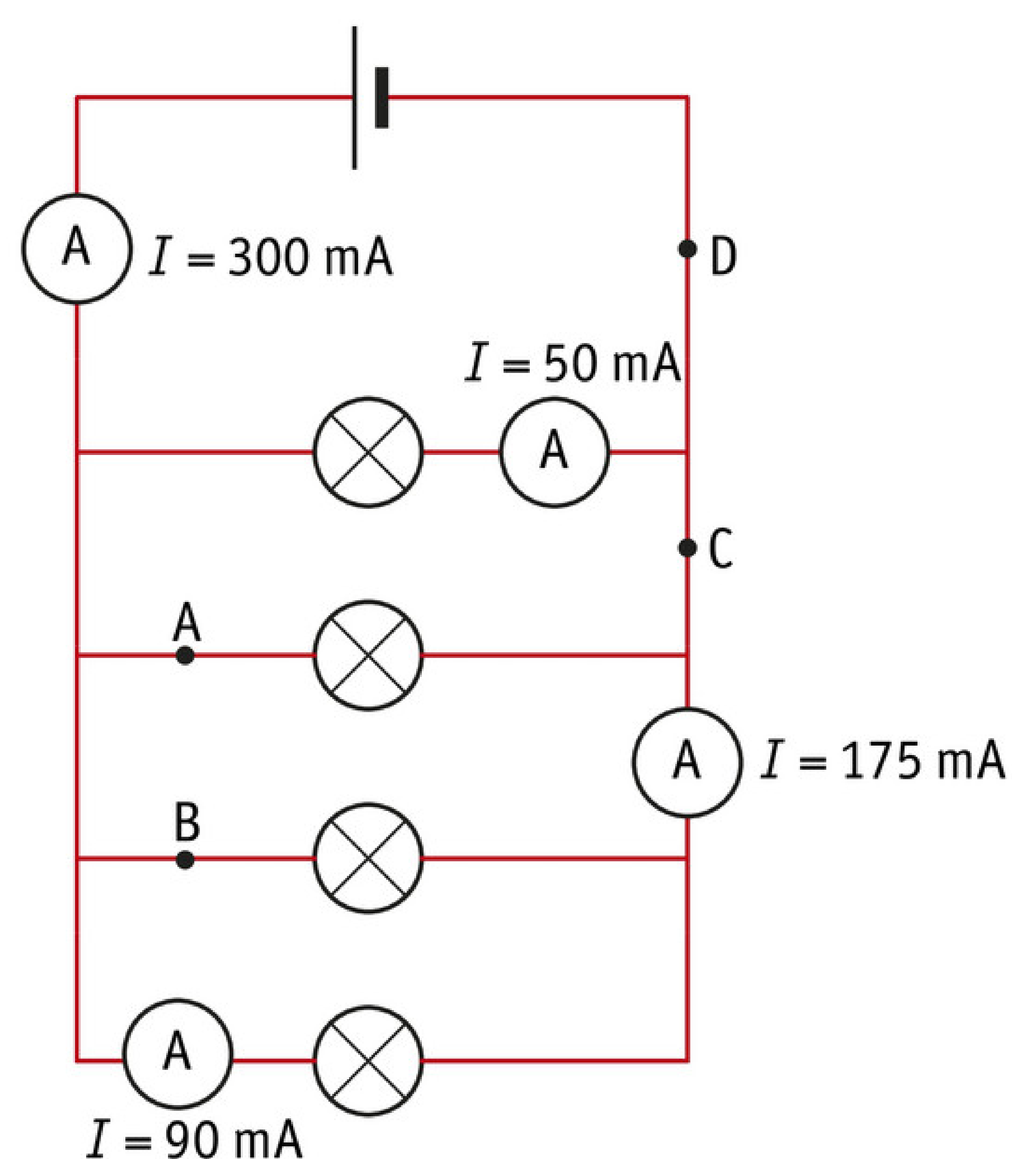
c Door welke vier draden is de stroomsterkte 1,5 A?
1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6

d Door welke draden is de stroomsterkte gelijk aan de totale stroomsterkte?
1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6

★ 8

Arno heeft de schakeling van figuur 10 gemaakt. Hij heeft op vier punten de stroomsterkte gemeten.
Beredeneer hoe groot de stroomsterkte is:

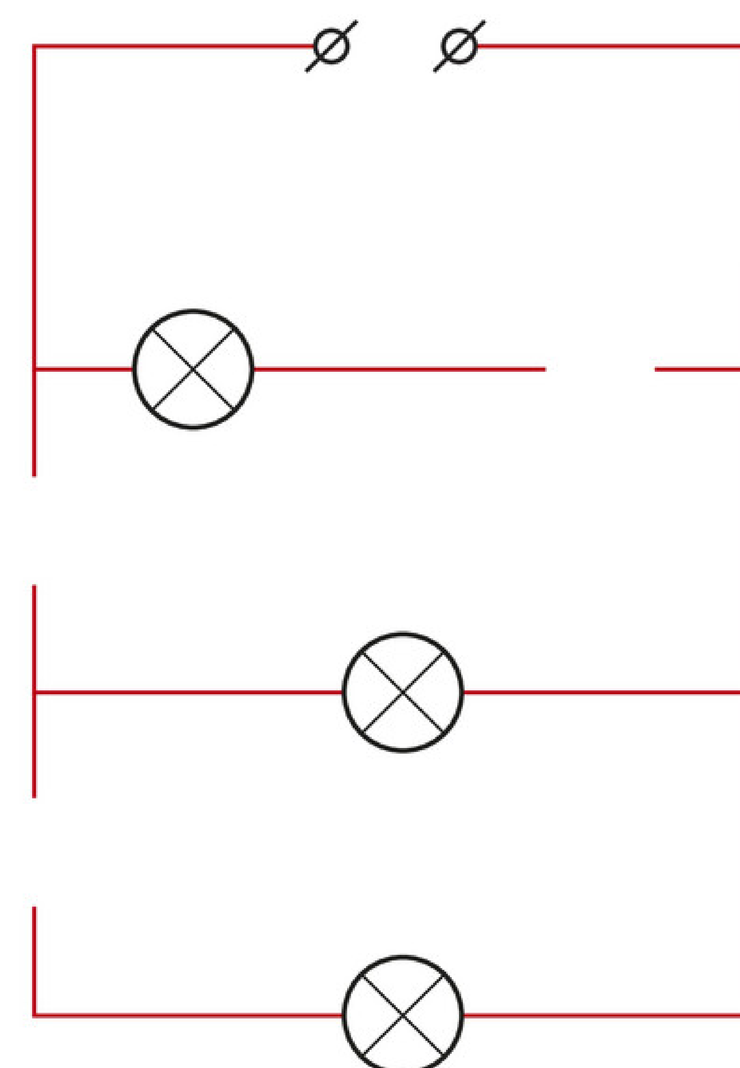
a door punt A;
b door punt B;
c door punt C;
d door punt D.



figuur 10 De schakeling van Arno.

9

Nasrin heeft drie spotjes gekocht. In het schakelschema in figuur 11 zie je hoe de drie spotjes geschakeld zijn. Nasrin wil de drie spotjes met één schakelaar tegelijk aan en uit kunnen doen. In het schakelschema zijn vier plaatsen opengelaten waar ze een schakelaar kan aanbrengen.
Teken op de juiste plaats een schakelaar en maak het schakelschema verder af.



figuur 11 Hoe moet Nasrin de schakelaar plaatsen?

★ 10

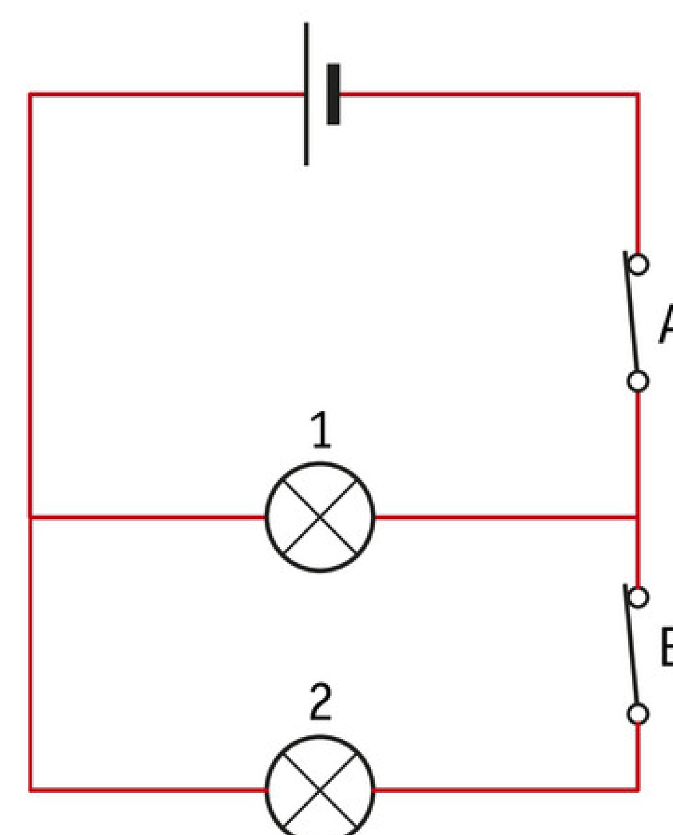
Sem krijgt bij een practicum op school de volgende opdracht:

Ontwerp een schakeling met drie lampjes en twee schakelaars die aan de volgende ontwerpeisen voldoet:

- Als er een lampje kapotgaat, moeten de andere lampjes blijven branden.
- Met schakelaar 1 kun je een van de drie lampjes aan- en uitzetten.
- Met schakelaar 2 kun je de beide andere lampjes tegelijk aan- en uitzetten.

Teken het schakelschema van een schakeling die aan deze eisen voldoet.

11 Bekijk de schakeling in figuur 12.
Noteer welke lampjes branden:
a als schakelaar A open is en schakelaar B dicht.
b als schakelaar B open is en schakelaar A dicht.
c als de twee schakelaars allebei dicht zijn.

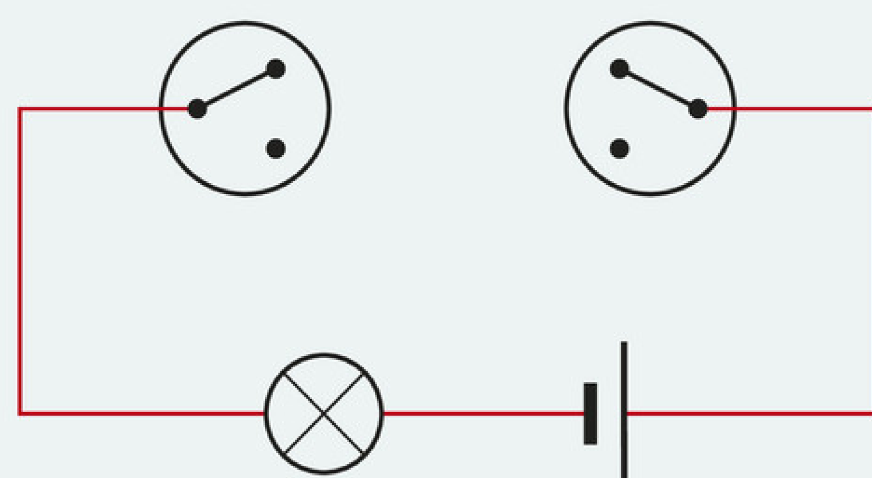


figuur 12 Een schakeling.

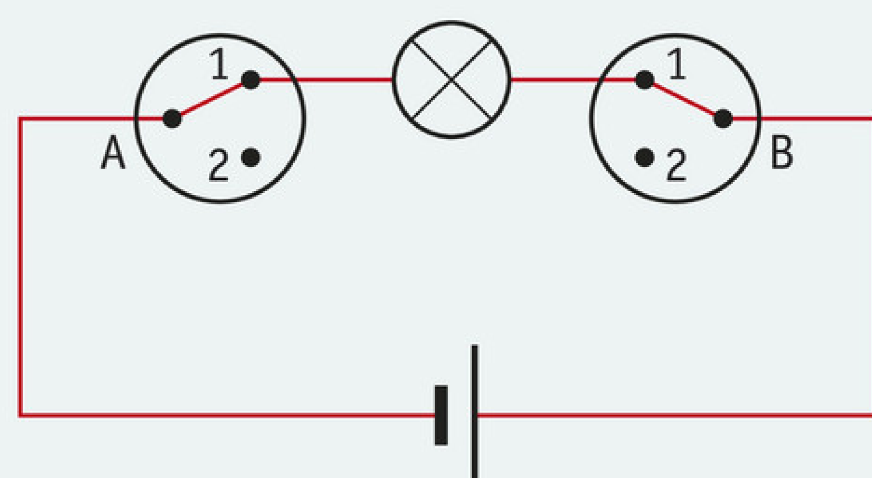

Test je kennis met de *Test jezelf*.

EXTRA DE WISSELSCHAKELING

12 In figuur 13 is een deel van een trappenhuisschakeling getekend.
Maak de tekening af door de getekende onderdelen op de juiste manier met elkaar te verbinden.


figuur 13 De trappenhuisschakeling.

13 Ed heeft geprobeerd om met een lampje en een batterij een wisselschakeling te maken (figuur 14).
a Het lampje staat *aan* / *uit*.
b Wat gebeurt er met het lampje als je schakelaar A in stand 2 zet?
c Ed zet schakelaar A weer in stand 1. Wat gebeurt er met het lampje als hij schakelaar B in stand 2 zet?
d Leg uit of Ed een juiste wisselschakeling heeft gemaakt.



figuur 14 De wisselschakeling van Ed.

4 Vermogen en energie

LEERDOELEN

4.4.1 Je kunt uitleggen wat het vermogen van een apparaat is.
4.4.2 Je kunt het vermogen van een apparaat berekenen.
4.4.3 Je kunt uitleggen waarom een apparaat met een groter vermogen meer elektrische energie verbruikt.
EXTRA 4.4.4 Je kunt twee manieren beschrijven waarmee je kunt meten hoe leeg of vol een batterij is.

TAXONOMIE	LEERDOELEN EN OPDRACHTEN						
	4.4.1	4.4.2	4.4.3	4.4.4	4.2.1*	4.3.2*	4.3.5*
Onthouden	1acd, 2	1d					
Begrijpen	9abcde	4ab, 6a, 11a	3, 5abc	13b	10d	11a	
Toepassen		6b, 7ab, 8a, 10bc, 11b		12abc, 13a			10a
Analyseren		8b, 11c					

* Dit leerdoel vind je in een eerdere paragraaf.

Je hebt niet zoveel aan een telefoon als je hem steeds aan de lader moet leggen. Daarom is het belangrijk dat een telefoon zo efficiënt mogelijk omgaat met de beschikbare elektrische energie. Hoe zuiniger het apparaat daarmee is, des te langer duurt het voordat de batterij weer opgeladen moet worden.

HET VERMOGEN VAN EEN APPARAAT

Een laptop verbruikt in dezelfde tijd meer elektrische energie dan een tablet. Je zegt dat een laptop vergeleken met een tablet een groter vermogen heeft. Het **vermogen** geeft aan hoeveel elektrische energie een apparaat per seconde verbruikt. Hoe groter het vermogen, hoe meer elektrische energie het apparaat in één seconde ‘opslurpt’.



figuur 1 Op verpakkingen van lampen wordt altijd het vermogen vermeld.

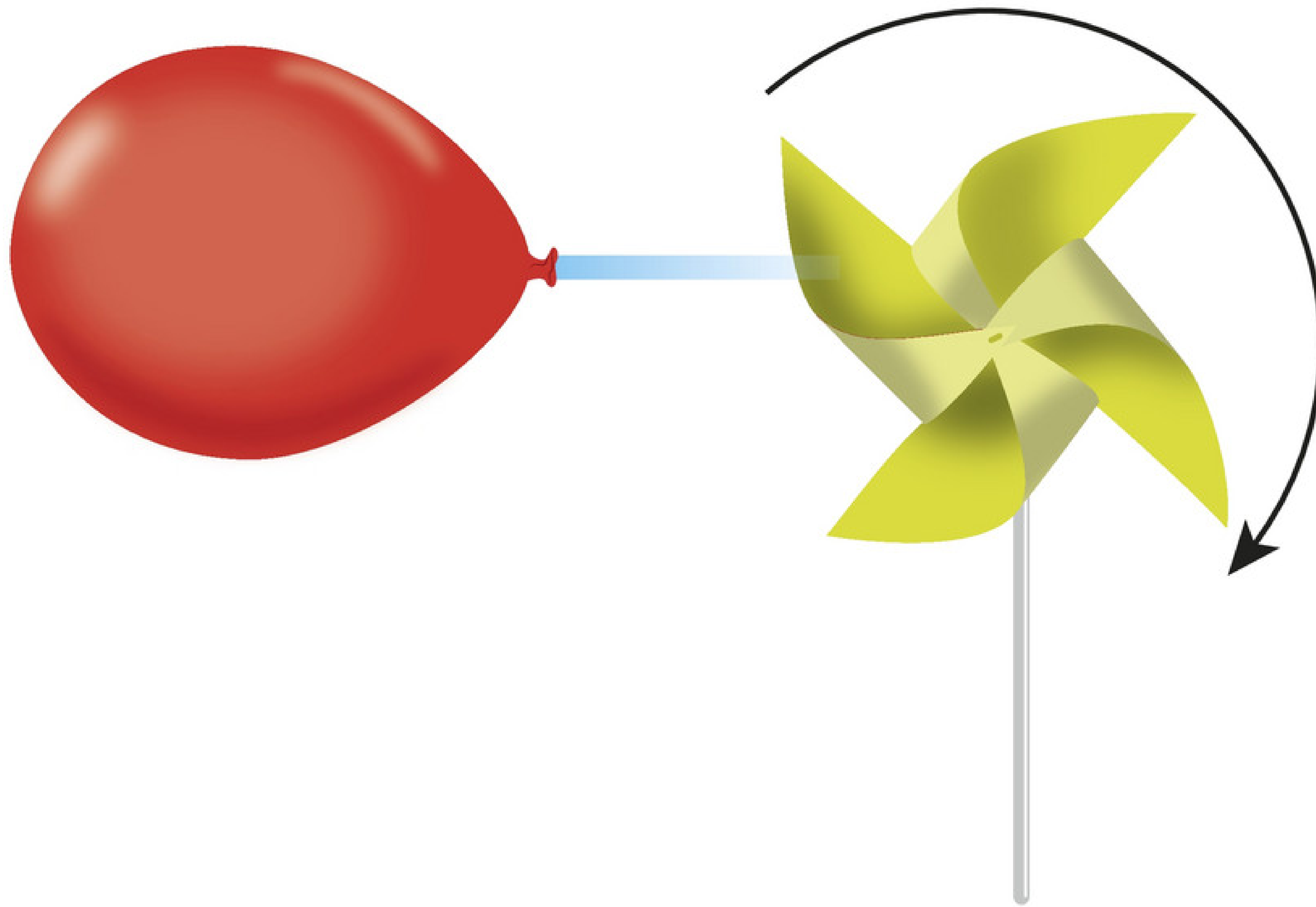
Bij veel apparaten staat het vermogen vermeld op de verpakking. Dat geldt bijvoorbeeld voor de lamp in figuur 1. Het vermogen wordt meestal opgegeven in watt (W), soms ook in milliwatt (mW) en in kilowatt (kW). Als het vermogen niet altijd even groot is, wordt de maximale waarde opgegeven. Dat is bijvoorbeeld het geval bij een stofzuiger met regelbare zuigkracht.

Het vermogen van sommige apparaten is heel veranderlijk. Bij een telefoon stijgt het vermogen bijvoorbeeld sterk als je belt of gebruikmaakt van internet. Als de telefoon op stand-by staat, is het vermogen juist heel klein. Er zijn ook apparaten die wel een constant vermogen hebben, zoals een zaklantaarn of een elektrische klok.

SPANNING EN STROOMSTERKTE

Het vermogen van een apparaat hangt af van twee factoren:
1 de spanning waarop het apparaat werkt;
2 de stroomsterkte die door het apparaat loopt.
Om te begrijpen hoe dat werkt, is het handig om weer een vergelijking te maken met stromende lucht.

Je kunt de energie in stromende lucht gebruiken om een windmolen te laten draaien. Er wordt dan vermogen overgebracht van de lucht op de wieken. In figuur 2 is dat schematisch getekend. Het molentje wordt door de luchtstroom uit de ballon in beweging gebracht.



figuur 2 Een luchtstroom kan vermogen overbrengen.

Hoe snel een het molentje draait, hangt in de eerste plaats af van de stroomsterkte (de hoeveelheid lucht die per seconde de ballon uitstroomt). Als je het ventiel van de ballon verder opent, zodat er meer lucht uit de ballon stroomt, neemt de snelheid van het molentje meteen toe.

De snelheid waarmee het molentje gaat draaien, hangt ook af van de spanning (de druk op de lucht in de ballon). Die bepaalt met welke snelheid de lucht uit de ballon wordt geperst – en daardoor ook hoe snel het molentje gaat draaien.

Een stevig opgeblazen, kleine ballon kan het molentje even snel laten draaien als een half opgeblazen, grote ballon. Bij de kleine ballon is de stroomsterkte weliswaar kleiner, maar daar staat tegenover dat de spanning – en dus ook de snelheid van de uitstromende lucht – groter is.

HET VERMOGEN BEREKENEN

Voor elektrische apparaten geldt hetzelfde als voor de ballon in figuur 2: de spanning en de stroomsterkte bepalen samen hoe groot het overgebrachte vermogen is. Je ziet dat terug in de formule waarmee het vermogen wordt berekend:

vermogen = spanning × stroomsterkte

met daarin:
- het vermogen in watt (W);
- de spanning in volt (V);
- de stroomsterkte in ampère (A).

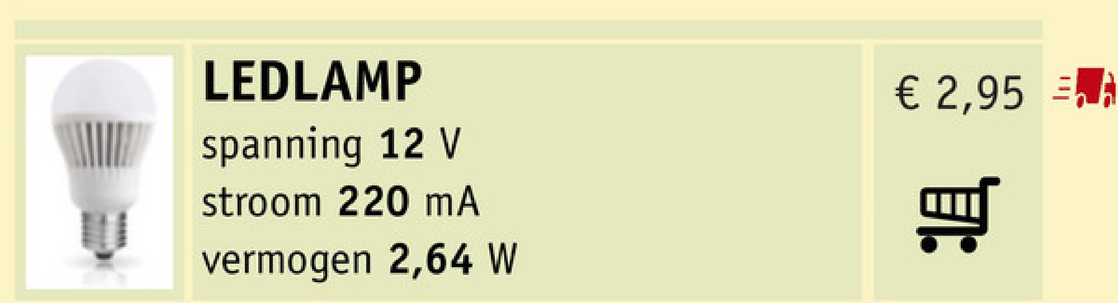
VOORBEELDOPDRACHT 1
Op een website kun je ledlampen kopen (figuur 3).
Controleer of het vermogen van de lamp juist is berekend.

gegevens spanning = 12 V
stroomsterkte = 220 mA = 0,22 A

gevraagd vermogen = ?

uitwerking vermogen = spanning × stroomsterkte
= 12 × 0,22
= 2,64 W

Dit klopt met de waarde die op de website vermeld staat.



figuur 3 Een aanbieding op een website.

VERMOGEN, TIJD EN ENERGIEVERBRUIK

Een apparaat zoals een telefoon of een tablet, kan maar een beperkte tijd op zijn batterij werken. Hoe groter het vermogen van het apparaat, des te sneller zal de batterij leeg zijn. Er zijn daarom allerlei manieren bedacht om het vermogen van een apparaat laag te houden.

Het vermogen van een apparaat is de optelsom van de vermogens van de verschillende onderdelen. De ontwerpers van zo'n apparaat kiezen daarom onderdelen die zuinig zijn met energie. Als twee beeldschermen ongeveer dezelfde prestaties hebben, krijgt het beeldscherm met het laagste vermogen de voorkeur (figuur 4).



figuur 4 Samen slokken al die beeldschermen toch heel wat energie op.

Ook de software helpt mee om het vermogen laag te houden. Als je een telefoon of een tablet even niet gebruikt, schakelt de software zoveel mogelijk onderdelen uit. Het beeldscherm gaat bijvoorbeeld al na enkele seconden op zwart. Hierdoor daalt het totale vermogen van het apparaat meteen.

Aan het verlagen van het vermogen zit een grens. Daarom wordt er ook veel onderzoek gedaan naar het vergroten van de opslagcapaciteit van batterijen en accu's. Als een batterij meer elektrische energie kan opslaan, kan een apparaat er – bij hetzelfde vermogen – langer op werken.


Oefen de begrippen met de *Flitskaarten*.

EXTRA LEEG OF VOL

Als je telefoon bijna leeg is, geeft deze aan dat je hem moet opladen. Maar hoe 'weet' de batterijtester in je telefoon of de batterij leeg of vol is?

Er bestaan heel eenvoudige uitvoeringen van batterijtesters waarin gemeten wordt wat de spanning is die de batterij levert. Naarmate de batterij langer in gebruik is geweest, daalt de spanning, net zoals de spanning in de ballon daalt als je de lucht eruit laat lopen. Voor moderne batterijen (lithium-ion batterijen) die in je telefoon zitten, is deze methode te onnauwkeurig. De spanning die deze batterijen leveren blijft heel lang nagenoeg gelijk, tot de batterij bijna leeg is.

Daarom zit er in je telefoon meestal een speciale chip. Deze chip meet tijdens het opladen hoeveel lading er in de batterij stroomt, en tijdens het gebruik meet deze hoeveel lading er al uitgestroomd is (figuur 5). Zo 'weet' de chip precies hoeveel procent van de opgeslagen lading er al weggestroomd is.



figuur 5 De batterij is bijna opgeladen.

LEERSTOF

1 Vul in.

a Het vermogen geeft aan hoeveel elektrische .... een apparaat per .... verbruikt.

b Het vermogen wordt meestal opgegeven in .... (W), soms ook in .... (mW) en in .... (kW).

c Het vermogen van een apparaat hangt af van:

- de .... waarop het apparaat werkt;
- de .... die door het apparaat loopt.

d Met welke formule kun je het vermogen van een apparaat berekenen?

2 Vul in tabel 1 de ontbrekende gegevens in.

tabel 1 Elektrische grootheden en eenheden.

grootheid	eenheid	symbool
spanning		V
	ampère	
		W

TOEPASSING

3 Hieronder staan vier apparaten die op elektrische energie werken.
elektrische tandenborstel – snoerloze boormachine – tv-toestel (grootbeeld) – wasdroger
Zet de apparaten op volgorde van vermogen: het apparaat met het kleinste vermogen voorop, het apparaat met het grootste vermogen achteraan.

4 Fenna doet een proef met een lampje (12 V, 440 mA), waarbij ze de spanning over het lampje stap voor stap groter maakt. Elke keer meet ze de bijbehorende stroomsterkte. In tabel 2 zie je haar meetresultaten.

a Vul in de tabel de ontbrekende getallen in.
b Waarom voert Fenna de spanning niet verder op dan 12 V?

tabel 2 De meetgegevens van Fenna.

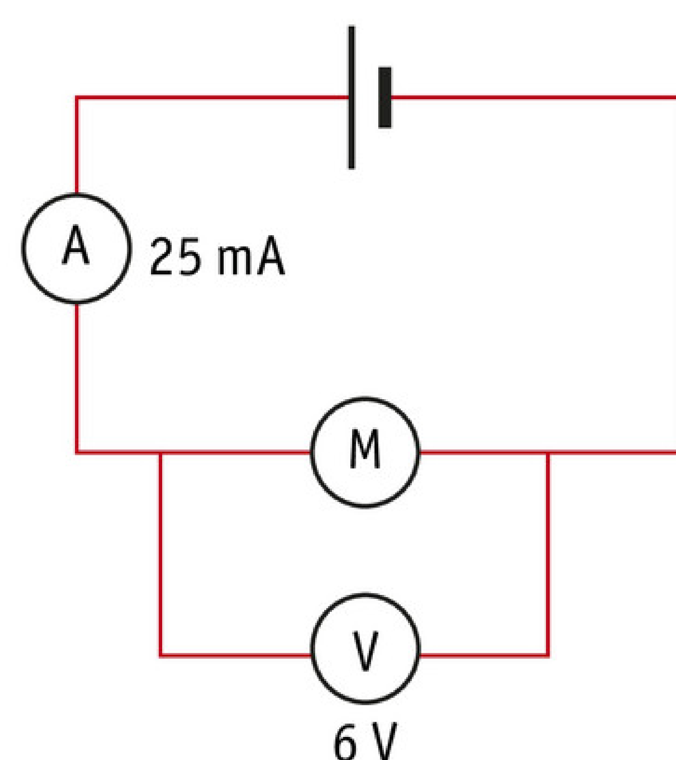
spanning (V)	stroomsterkte (A)	vermogen (W)
2	0,18	
4	0,26	
6	0,32	
8	0,37	
10	0,41	
12	0,44	

5 Johan heeft een stofzuiger (230 V, 800 W) met regelbare zuigkracht. Op een gegeven moment zet hij de zuigkracht van 'gemiddeld' op 'hoog'.
Leg uit of door het hoger zetten van de zuigkracht:

a de spanning verandert;
b de stroomsterkte verandert;
c het vermogen verandert.

6 Mireille voert de proef uit die in figuur 6 is getekend. Zoals je ziet moet je de spanningsmeter parallel aan het motortje aansluiten om de spanning over het motortje te meten.

a Noteer de spanning en de stroomsterkte die Mireille meet.
b Bereken het vermogen van het elektromotortje M.



figuur 6 De proef van Mireille.

7 Erik heeft het vermogen berekend van de drie lampjes in figuur 7. Zijn antwoorden zijn:
- lampje a: 1,2 W
- lampje b: 6300 W = 6,3 kW
- lampje c: 48 W

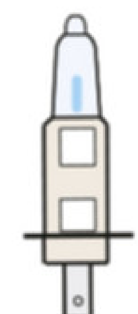

Zie de vaardigheid *Werken met formules*.

a Bij één lampje heeft Erik een fout gemaakt. Laat met drie berekeningen zien om welk lampje het gaat.
b Leg uit wat Erik bij dat lampje fout heeft gedaan.

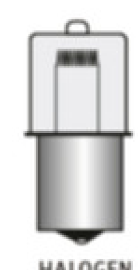
lampje a
spanning: 2,4 V
stroomsterkte: 500 mA



lampje b
spanning: 9 V
stroomsterkte: 700 mA



lampje c
spanning: 12 V
stroomsterkte: 4,0 A



figuur 7 Drie lampjes.

8 Het beeldscherm van Franks computer werkt op een spanning van 12 V. Als het beeldscherm in de slaapstand staat, is de stroomsterkte 0,1 A.
a Bereken hoe groot het vermogen van het beeldscherm is.
b Als het beeldscherm aanstaat, is het vermogen 48 W.
Leg uit hoe groot de stroomsterkte nu is.

9 Tina heeft een telefoon die ze intensief gebruikt.
Hoe verandert het vermogen van haar telefoon in de volgende situaties?
a als ze wordt gebeld door een vriend of vriendin.
Het vermogen neemt *toe* / *af*.
b als ze de gps uitzet, omdat ze wel weet waar ze is.
Het vermogen neemt *toe* / *af*.
c als ze de helderheid van het scherm hoger zet.
Het vermogen neemt *toe* / *af*.
d als ze een app na gebruik meteen weer afsluit.
Het vermogen neemt *toe* / *af*.
e als ze in de pauze een online game gaat spelen.
Het vermogen neemt *toe* / *af*.

★ 10 Op veel plaatsen in ontwikkelingslanden is geen goede elektriciteitsvoorziening. Met het oog daarop is de *Firefly Solar Led Light* ontwikkeld (figuur 8). In deze lamp zitten twaalf leds. De lamp brandt op een oplaadbare batterij van 1,2 V. De batterij wordt opgeladen met een zonnepaneeltje dat bijgeleverd wordt.
Door één led loopt een stroom van 18 mA als hij aan is. De leds zijn parallel geschakeld.

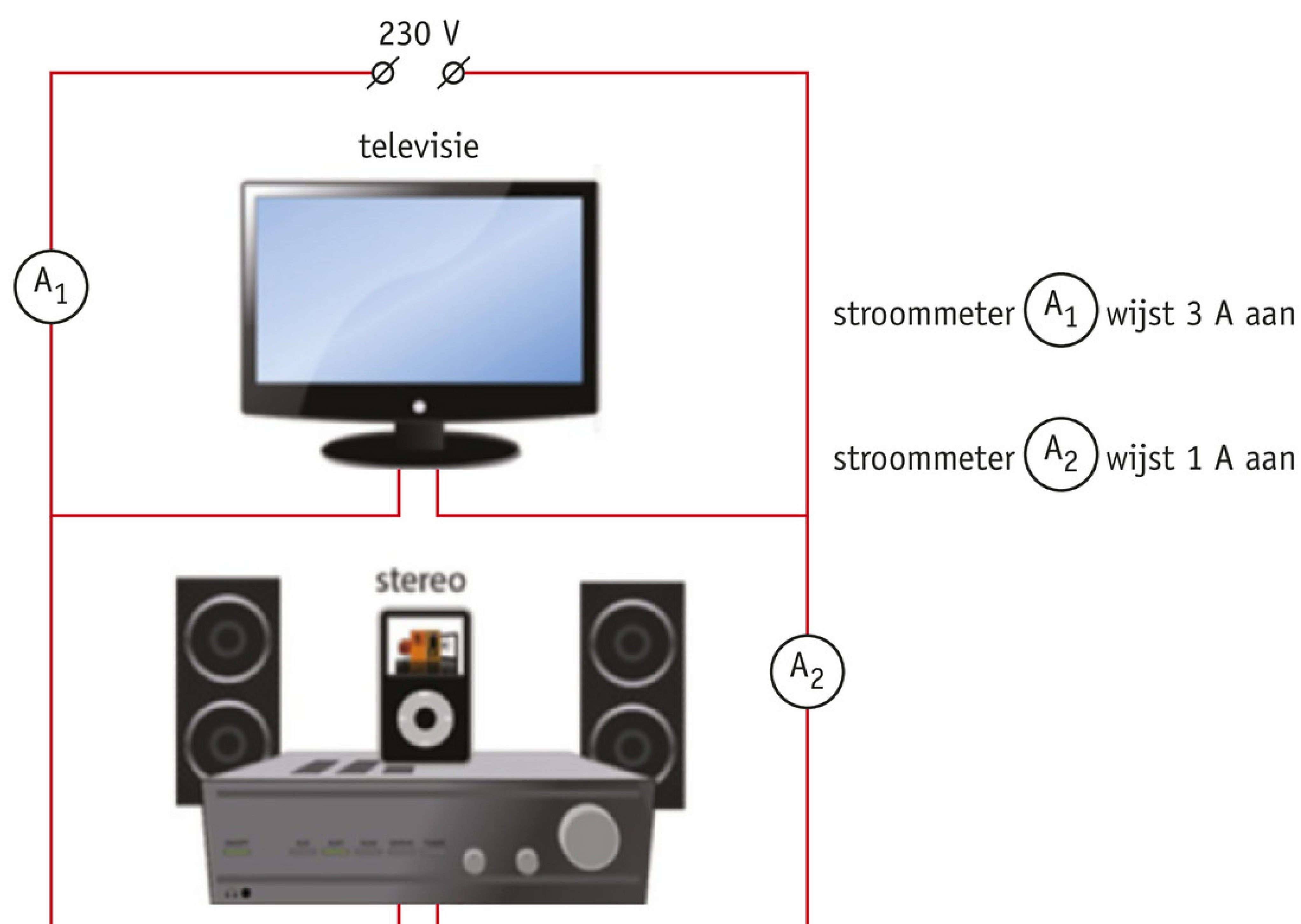
a Hoe groot is de totale stroomsterkte als alle twaalf leds aanstaan?
b Bereken het totale vermogen van de lamp als alle twaalf leds aanstaan.
c Stel dat zeven leds kapot zijn gegaan. De lamp blijft dan branden, maar het licht is minder fel.
Bereken het totale vermogen van de lamp als er maar vijf leds aanstaan.
d Leg uit waarom de lamp niet rechtstreeks op het zonnepaneel wordt aangesloten, maar op een oplaadbare batterij werkt.



figuur 8 *De Firefly Solar Led Light*, een lamp die met een zonnepaneel wordt opgeladen.

★ 11 Een stereo-installatie en een televisie zijn aangesloten op het lichtnet. In de leidingen zijn twee stroommeters A_1 en A_2 opgenomen (figuur 9).

a De schakeling in figuur 9 is een *serieschakeling* / *parallelschakeling*.
b Bereken hoe groot het vermogen van de stereo-installatie is.
c Bereken ook hoe groot het vermogen van de televisie is.



figuur 9 Hoe groot is het vermogen van deze apparaten?

 **Test je kennis met de *Test jezelf*.**

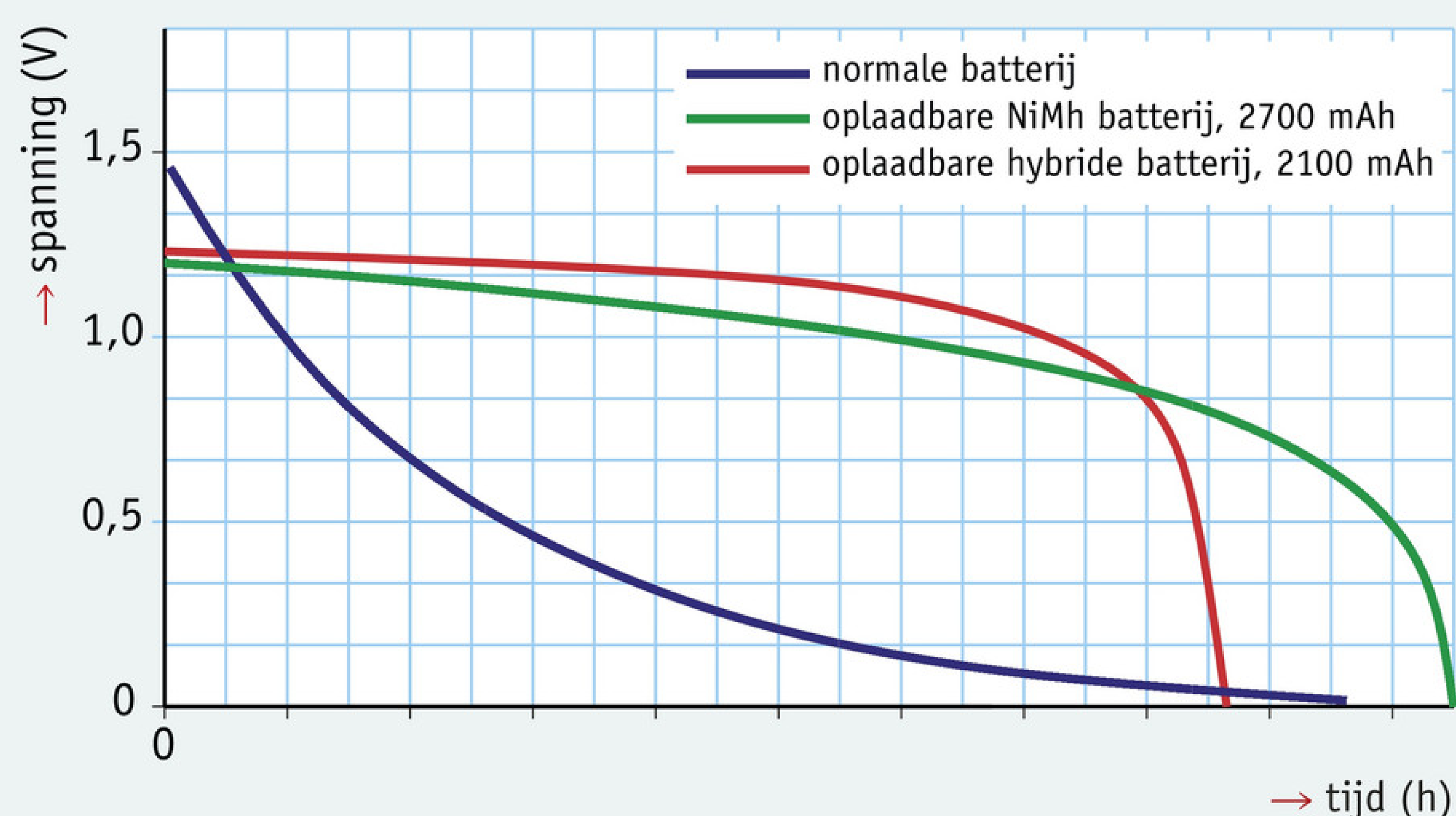
EXTRA LEEG OF VOL

12 In figuur 10 zie je hoe de spanning bij drie soorten batterijen afneemt als deze een (constante) stroom leveren. Een eenvoudige batterijtester meet hoe vol een batterij is door de spanning te meten die de batterij levert.

a Leg uit dat deze batterijtester niet geschikt is voor het doormeten van een hybride batterij.

b Leg uit op welke manier je bij de hybride batterij toch nauwkeurig zou kunnen meten hoe vol of leeg de batterij is.

c De batterijtester geeft een signaal als de spanning van de batterij onder 1,0 V is gedaald. Leg uit bij welke batterij (na gelijk gebruik in bijvoorbeeld een zaklamp) de tester als eerste het signaal ‘batterij leeg’ zal geven.



figuur 10 Het verloop van de spanning bij drie verschillende batterijen.

13 Joris gebruikt een powerbank om zijn telefoon op te laden. De spanning van de powerbank is 3,7 V. Door de lader gaat een stroom van 0,1 A.

a Bereken hoe groot het vermogen is dat de lader levert.

b In de telefoon zit een chip die meet hoe vol of leeg de batterij is. Welke grootheid meet deze chip: de spanning of de stroomsterkte?

Practica

PROEF 1 GELEIDERS EN ISOLATOREN

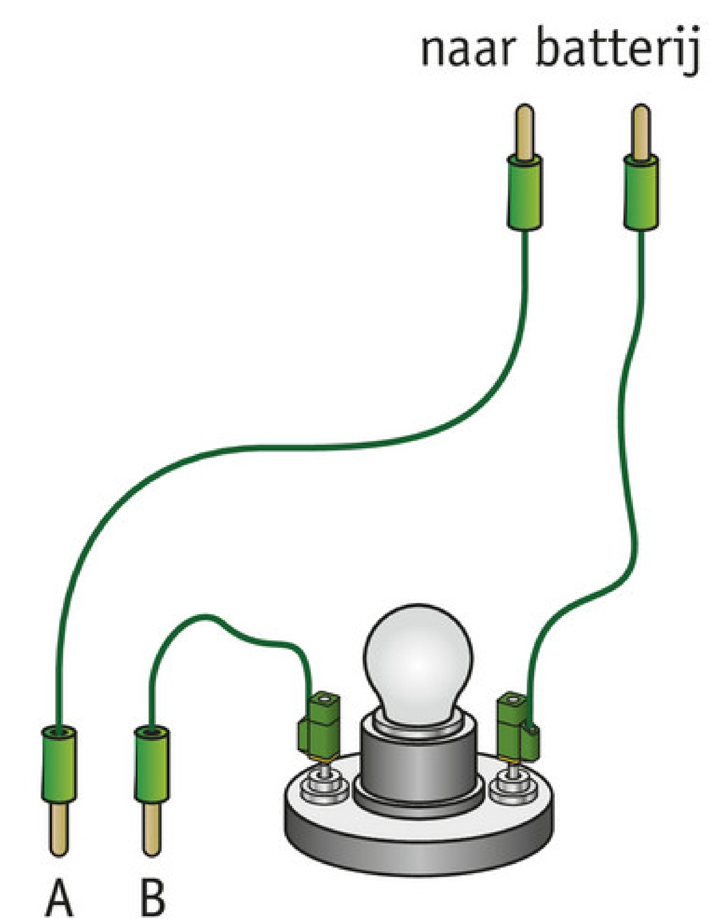
15 minuten

Inleiding
Je kunt stoffen verdelen in geleiders en isolatoren. Door geleiders kan wel een elektrische stroom lopen, door isolatoren niet (of nauwelijks).

Doel
Bij deze proef onderzoek je van een aantal stoffen of ze een geleider of een isolator zijn.

Nodig
- ☐ spanningsbron
- ☐ (led)lampje in fitting
- ☐ 3 snoeren
- ☐ koperen staafje
- ☐ 7 andere voorwerpen

Uitvoeren en uitwerken
- Maak de schakeling van figuur 1.
- Stel de spanningsbron in op de juiste spanning.
- Zet de uiteinden A en B van de snoeren op het koperen staafje. Je ziet dat het lampje dan gaat branden. Blijkbaar laat koper een elektrische stroom door. Daarom noem je koper een geleider.
- Je hoort van je docent welke voorwerpen je nog meer voor deze opdracht nodig hebt.



figuur 1 De schakeling van proef 1.

1 Noteer in tabel 1:
 a hoe de verschillende voorwerpen heten;
 b van welke stoffen ze zijn gemaakt.

- Onderzoek welke stoffen geleiders zijn en welke isolatoren.

2 Noteer de uitkomsten in de tabel.

tabel 1 Geleiders en isolatoren.

voorwerp	gemaakt van	geleider of isolator
staafje	koper	geleider

Aanwijzingen voor proef 2, 5 en 7

- Om de stroomsterkte door een lampje te meten, schakel je de stroommeter in serie met het lampje.



Zie de vaardigheid *Werken met een stroommeter*.

- Laat de schakeling controleren door je docent voordat je de spanning inschakelt.

PROEF 2 DE STROOMSTERKTE METEN



15 minuten

Inleiding

Met een stroommeter kun je de stroomsterkte in een stroomkring meten. Je schakelt de stroommeter daarbij in serie met de andere onderdelen van de stroomkring.

Doel

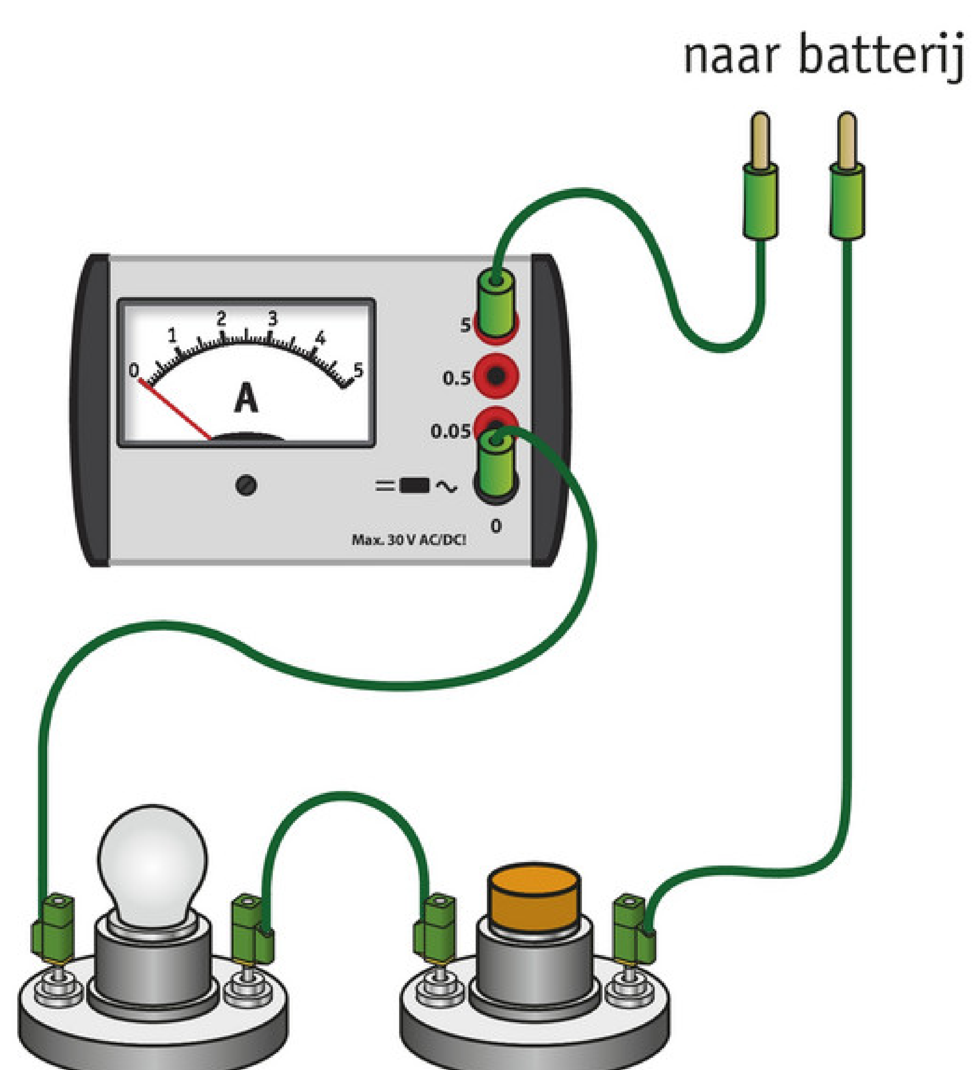
Je oefent met het meten van de stroomsterkte.

Nodig

☐ spanningsbron
☐ (led)lampje in fitting
☐ 4 snoeren
☐ stroommeter
☐ schakelaar

Uitvoeren en uitwerken

- Maak de schakeling van figuur 2. Gebruik het grootste meetbereik.
- Laat de schakeling door je docent controleren!
- Stel de spanningsbron in op de juiste spanning.
- Meet met de stroommeter de stroomsterkte door het lampje. Doe dat zowel links als rechts van het lampje.
- Schakel als dat mogelijk is over op een kleiner meetbereik voordat je de stroomsterkte definitief afleest.



figuur 2 De schakeling van proef 2.

1 Hoe groot is de stroomsterkte door het lampje? Vergeet de eenheid niet!

....

2 Maakt het uit of je de stroomsterkte links of rechts van het lampje meet?

....

....

PROEF 3 DE SPANNING VAN EEN BATTERIJ

15 minuten

Inleiding

Batterijen heb je in allerlei soorten en maten. Aan de spanning (het aantal volt) kun je zien hoe 'krachtig' de batterij is. Daarom staat de spanning ook altijd op de batterij vermeld.

Doel

Bij deze proef meet je hoe groot de spanning van verschillende batterijen is.

Nodig

- ☐ 2 snoeren
- ☐ spanningsmeter
- ☐ 2 staafbatterijen
- ☐ blokbatterij

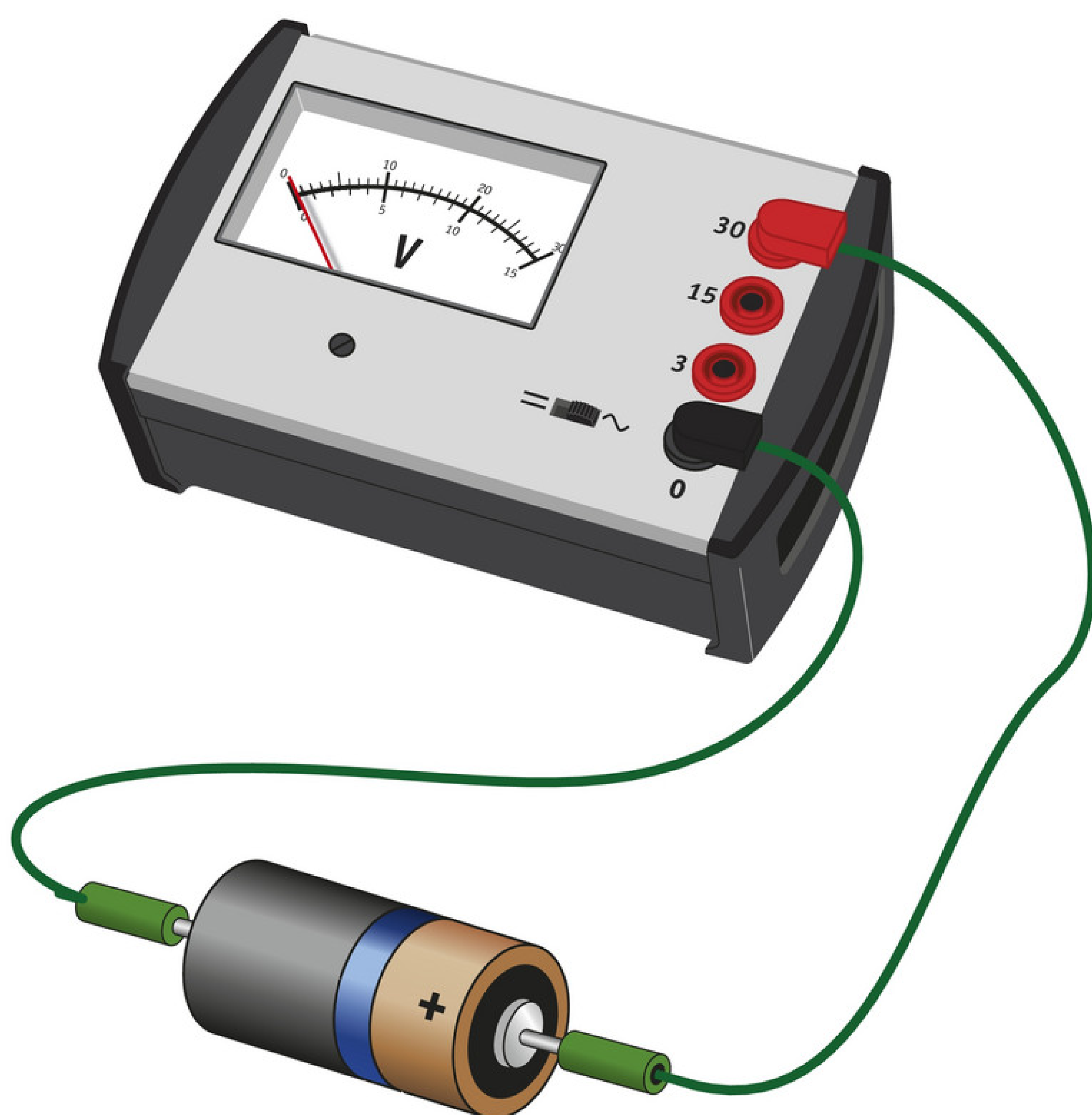
Uitvoeren en uitwerken

- Bekijk een staafbatterij.

1 Teken de batterij na. Zet een + bij de pluspool en een – bij de minpool.



- Meet met de spanningsmeter de spanning van een staafbatterij (figuur 3).



figuur 3 Zo meet je de spanning van een staafbatterij.

2 Vul in.

Een staafbatterij levert een spanning van .... volt.

- Meet de spanning van een blokbatterij.

3 Vul in.

Een blokbatterij levert een spanning van .... volt.

4 Klopt wat je gemeten hebt met wat op de batterijen zelf staat?

5 Hoe kun je de plus- en de minpool van een platte batterij van elkaar onderscheiden?

....

....

- Leg twee staafbatterijen achter elkaar: met de pluspool van de ene batterij tegen de minpool van de andere.
- Meet de spanning die de twee batterijen samen leveren.

6 Hoeveel spanning levert een staafbatterij?

....

7 Hoeveel spanning leveren twee staafbatterijen samen?

....

8 Leveren twee batterijen ook spanning als je ze met twee minpolen of twee pluspolen tegen elkaar legt?

....

....

9 Welke conclusie kun je uit deze proef trekken?

....

....

....

....

PROEF 4 LAMPJES IN SERIE SCHAKELEN

30 minuten

Inleiding

Er zijn verschillende manieren om lampjes te schakelen. Als je ze in serie schakelt, maak je één stroomkring. De stroom loopt één voor één door alle lampjes heen en splitst zich nergens.

Doel

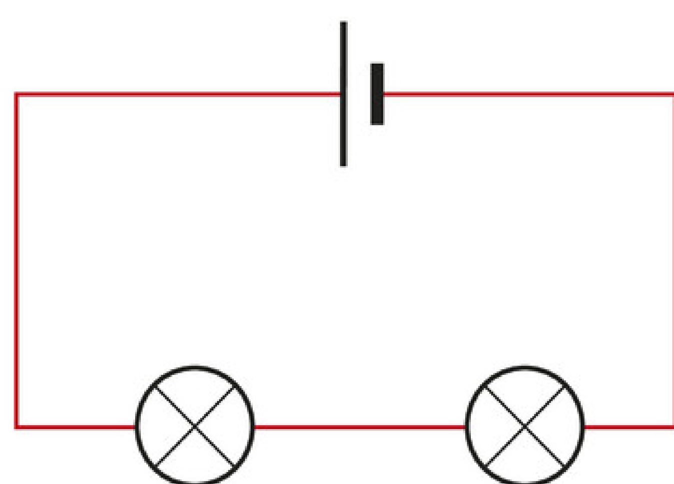
Bij deze proef maak je kennis met enkele eigenschappen van een serieschakeling.

Nodig

- ☐ batterij
- ☐ 2 lampjes
- ☐ 2 fittingen
- ☐ 2 krokodillenklemmen
- ☐ 4 snoeren
- ☐ schakelaar

Uitvoeren en uitwerken

- Maak de serieschakeling van figuur 4.
  Zie de vaardigheid *Schakelingen bouwen*.



figuur 4 Een serieschakeling.

1 Branden beide lampjes?

....

2 Branden ze fel, gewoon of zwak?

....

- Schroef een van de lampjes in je schakeling los.

3 Wat gebeurt er met het andere lampje?

....

- Neem de schakelaar op in je schakeling.

4 Wat gebeurt er als je de schakelaar in de AAN-stand zet?

....

....

5 Wat gebeurt er als je de schakelaar in de UIT-stand zet?

....

....

6 Maakt het ook uit waar je de schakelaar in de schakeling opneemt?

....

....

PROEF 5 DE STROOMSTERKTE IN EEN SERIESCHAKELING

20 minuten

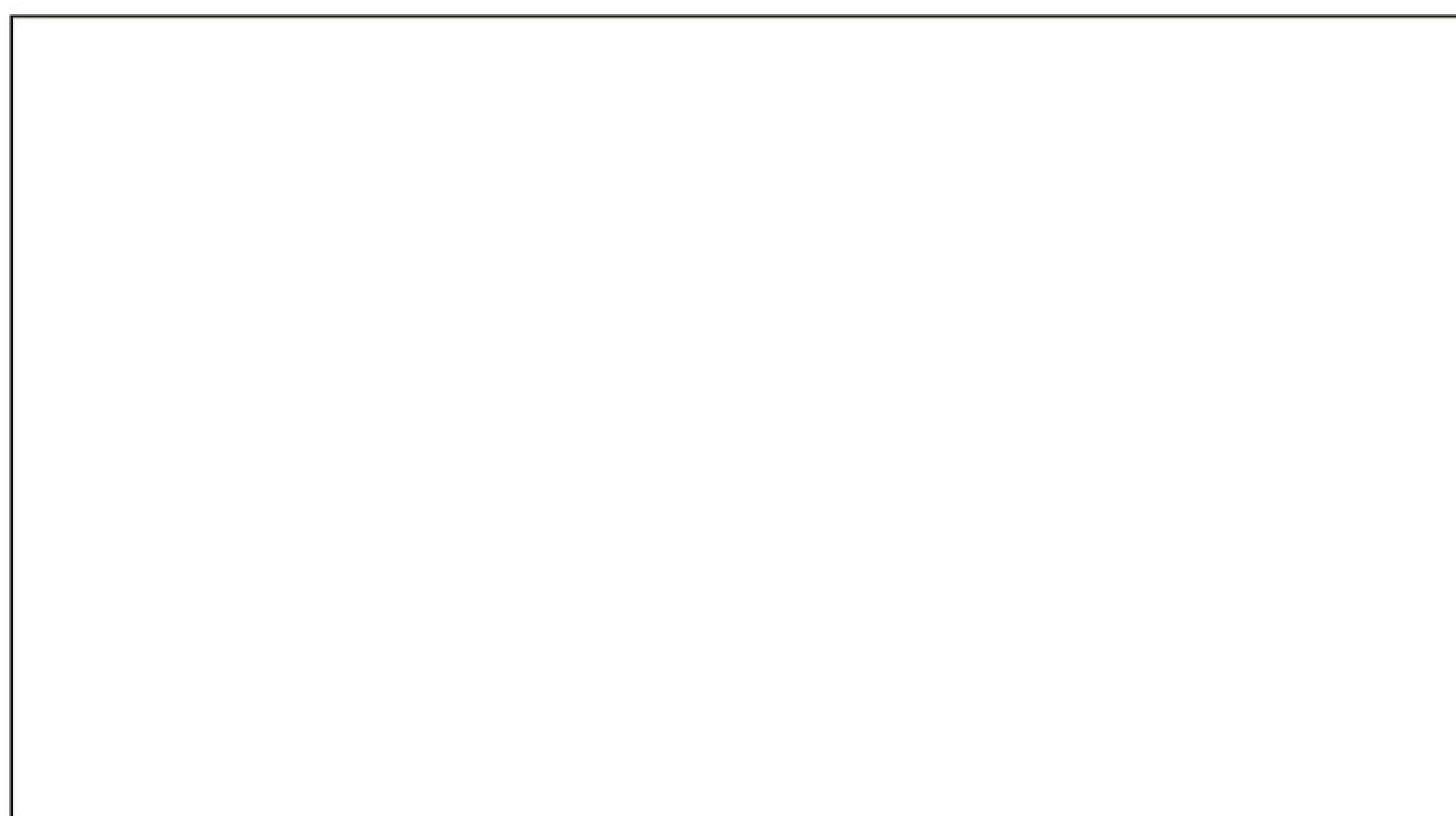
Inleiding
Met een stroommeter kun je de stroomsterkte in een serieschakeling meten. Je kunt de stroom daarbij op verschillende plaatsen meten: tussen de spanningsbron en het eerste schakelonderdeel, tussen de schakelonderdelen in en na het laatste schakelonderdeel.

Doel
Je onderzoekt welke regel er geldt voor de stroomsterkte in een serieschakeling.

Nodig
- ☐ spanningsbron
- ☐ 2 (led)lampjes in fittingen
- ☐ 5 snoeren
- ☐ stroommeter
- ☐ schakelaar

Uitvoeren en uitwerken
- Je maakt een serieschakeling van twee lampjes en een stroommeter.

1 Teken het schakelschema van deze schakeling.



- Laat je docent het schakelschema controleren. Bouw daarna de schakeling.
- Stel de spanningsbron in op de juiste spanning.
- Lees de stroomsterkte af. Gebruik eerst het grootste meetbereik van de stroommeter. Schakel daarna als het mogelijk is over op een kleiner meetbereik.
- Meet de stroomsterkte drie keer: vóór lampje 1, tussen lampje 1 en lampje 2 en na lampje 2.

2 Noteer de meetresultaten. Vergeet de eenheid niet.

....

....

3 Welke regel geldt er voor de stroomsterkte in een serieschakeling?

....

....

PROEF 6 LAMPJES PARALLEL SCHAKELEN

30 minuten

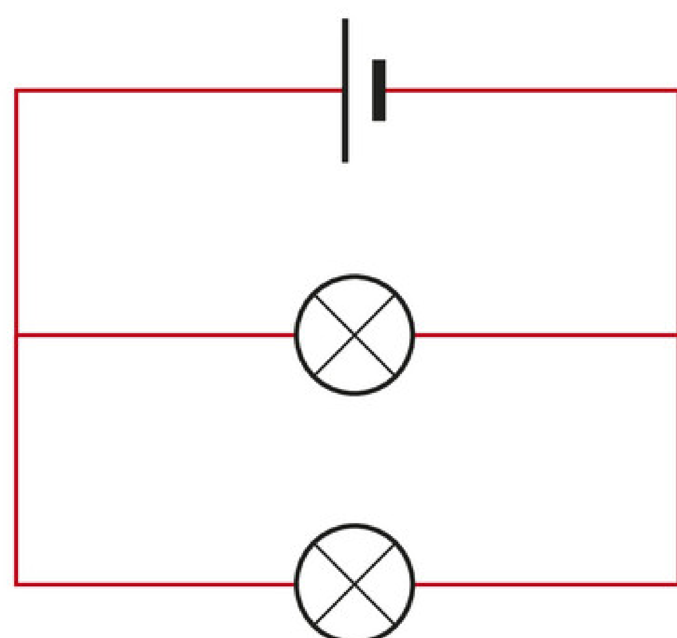
Inleiding
Als je lampjes parallel schakelt, maak je voor elk lampje een aparte stroomkring. De stroom splitst zich in verschillende ‘takken’ voor hij bij de lampjes komt. Na de lampjes komen de ‘takken’ weer bij elkaar.

Doel
Bij deze proef maak je kennis met enkele eigenschappen van een parallelschakeling.

Nodig
- ☐ batterij
- ☐ 2 lampjes
- ☐ 2 fittingen
- ☐ 2 krokodillenklemmen
- ☐ 5 snoeren
- ☐ schakelaar

Uitvoeren en uitwerken

- Maak de schakeling van figuur 5. Zo'n schakeling heet een parallelschakeling.



figuur 5 Een parallelschakeling.

1 Branden de lampjes fel, gewoon of zwak?

....

2 Branden de lampjes anders dan bij proef 4? Zo ja, wat is het verschil?

....

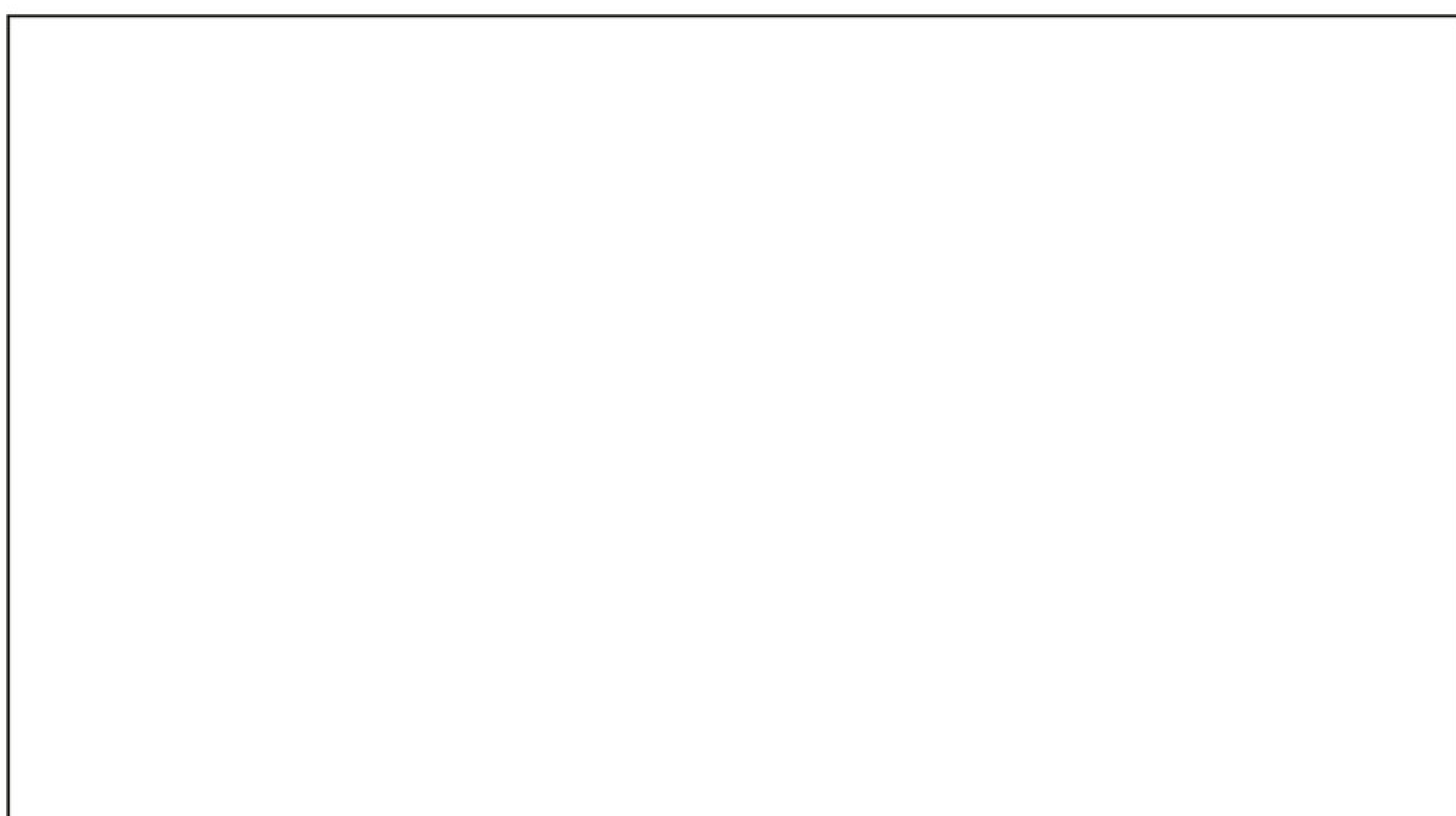
....

- Schroef een van de lampjes los.

3 Wat gebeurt er met het andere lampje?

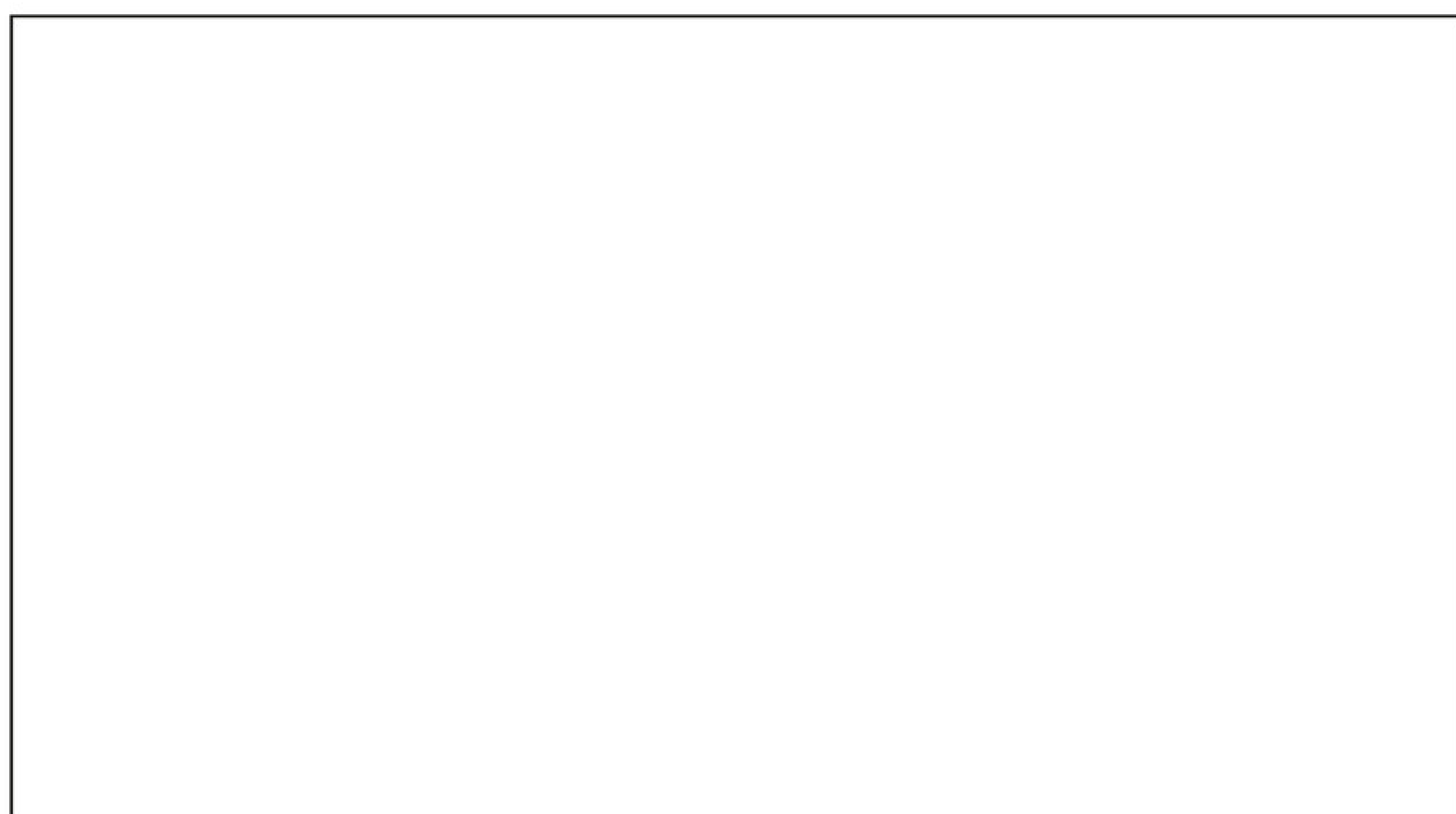
- Schroef het lampje weer vast.
  Waar moet je een schakelaar plaatsen om de beide lampjes tegelijk aan en uit te kunnen doen? Probeer het maar uit.

4 Teken het schakelschema van de schakeling die je hebt gemaakt.



- Je wilt een van de lampjes aan en uit kunnen doen, terwijl het andere gewoon blijft branden. Waar moet je de schakelaar dan plaatsen? Probeer het maar uit.

5 Maak weer een tekening van de schakeling die je hebt gemaakt.



PROEF 7 EXPERIMENTEREN MET EEN SCHAKELAAR

25 minuten

Inleiding

Met een schakelaar kun je de stroom in- en uitschakelen. Je kunt er één onderdeel mee aan- en uitzetten, maar ook de complete schakeling in één keer. Dat hangt ervan af waar je de schakelaar in de schakeling opneemt.

Doel

Bij deze proef onderzoek je welk effect een schakelaar heeft op verschillende plaatsen in een schakeling. De onderzoeksvraag luidt:
Hoe kun je met een schakelaar (a) één schakelonderdeel aan- en uitzetten;
(b) verschillende schakelonderdelen tegelijk aan- en uitzetten?

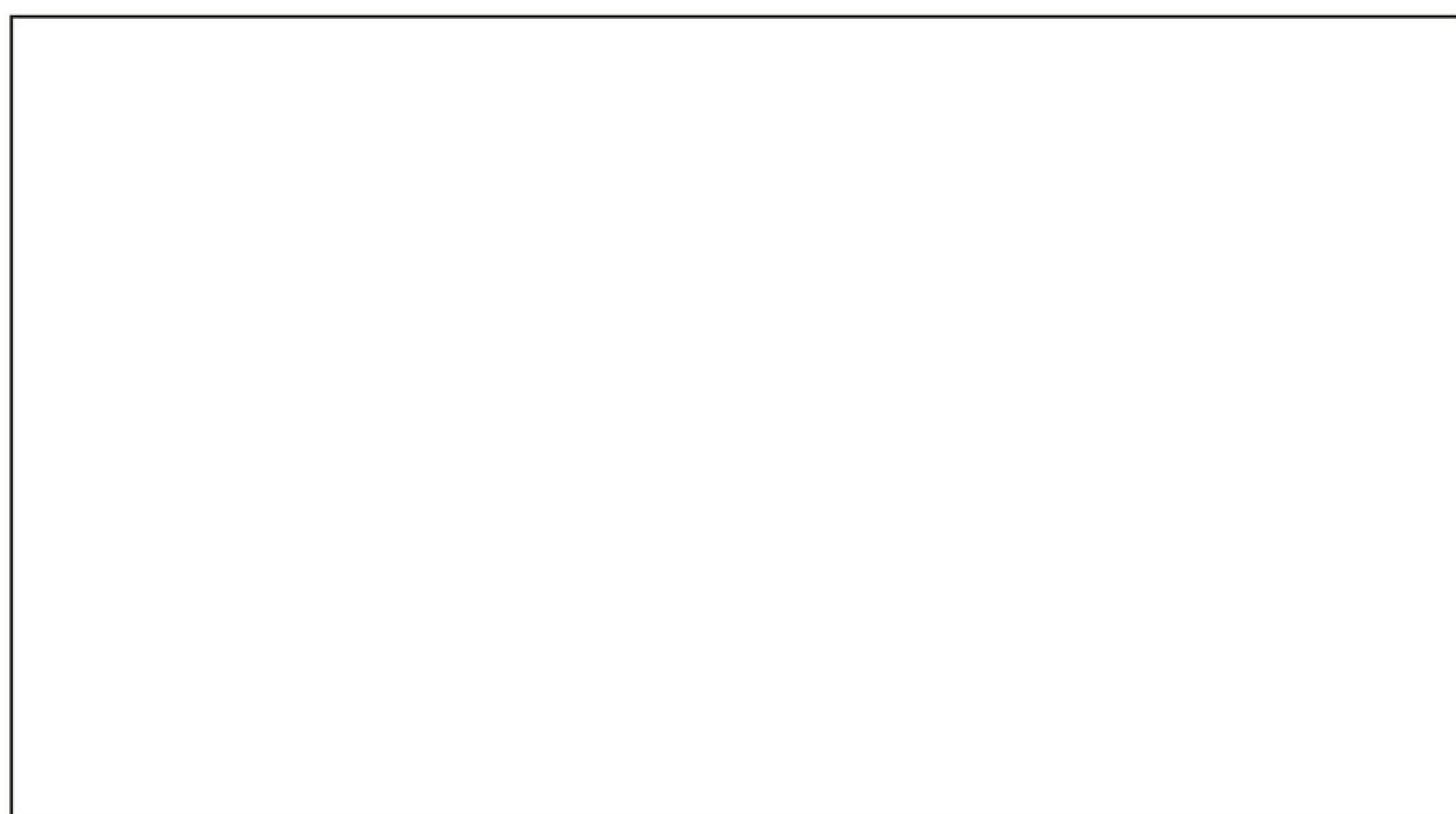
Nodig

- ☐ spanningsbron
- ☐ 3 (led)lampjes in fittingen
- ☐ 8 snoeren
- ☐ schakelaar

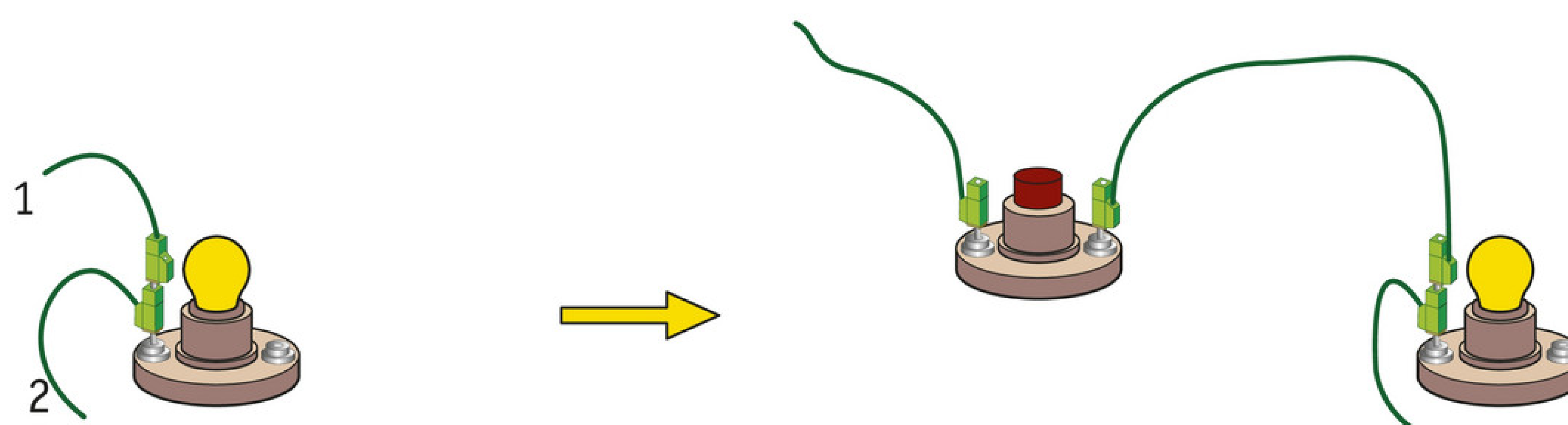
Uitvoeren en uitwerken

- Maak een parallelschakeling met de drie lampjes.
- Stel de spanningsbron in op de juiste spanning.
- Controleer of de drie lampjes gewoon branden.

1 Maak een tekening van de schakeling die je hebt gebouwd. Nummer de snoeren die je gebruikt hebt van 1 tot en met 6.



- Maak de twee overgebleven snoeren vast aan de schakelaar.
- Vervang snoer 1 door de schakelaar met de twee snoeren (figuur 6).
- Kijk wat er gebeurt als je de stroom met de schakelaar in- en uitschakelt.



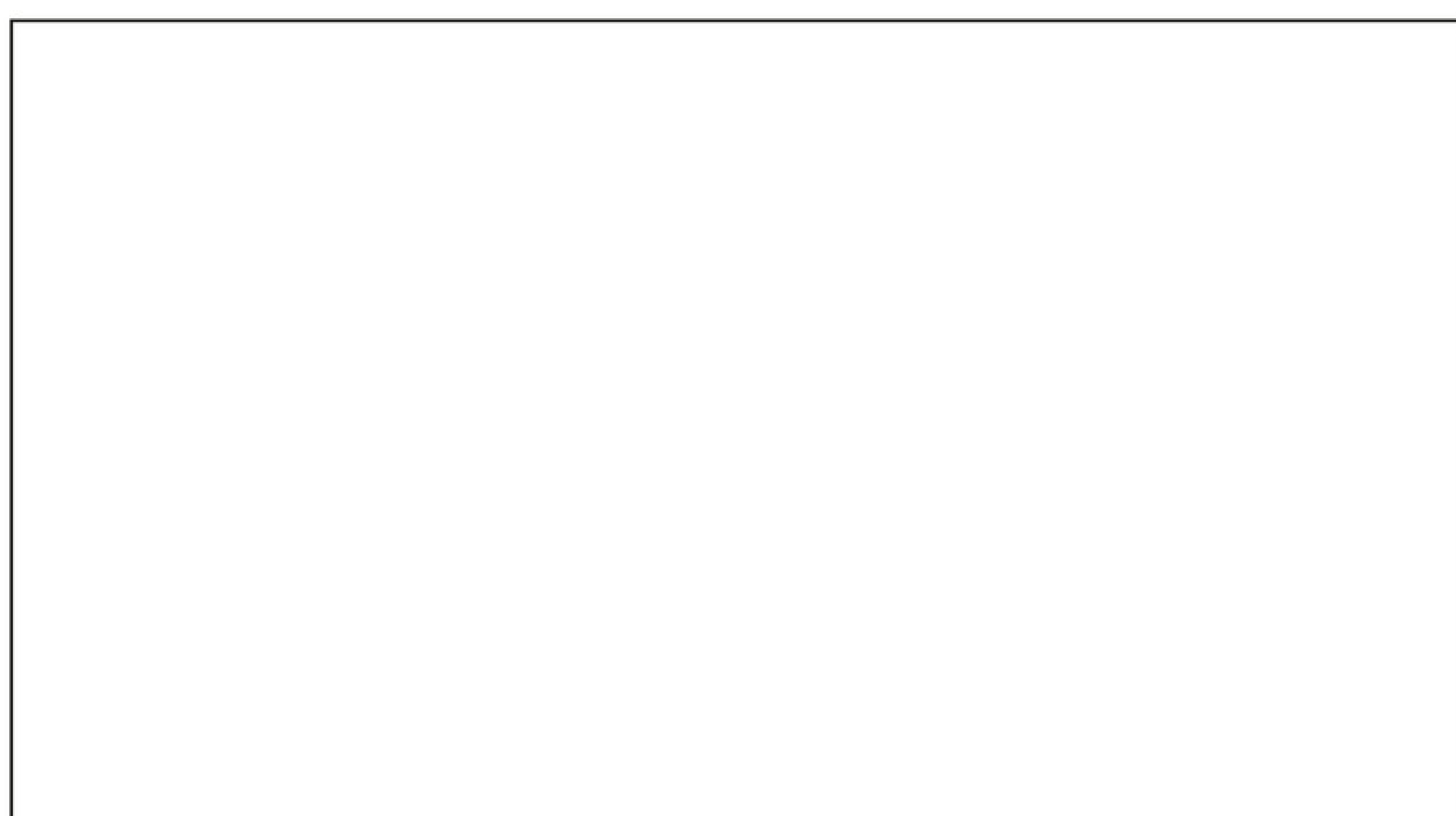
figuur 6 Zo kun je op de plaats van snoer 1 een schakelaar aanbrengen.

2 Teken het schakelschema van de schakeling die je hebt gemaakt.
Geef aan welke lampjes uitgaan als je de schakelaar op UIT zet.



- Haal de schakelaar met de twee snoeren weg en sluit snoer 1 weer aan.
- Gebruik de schakelaar met de twee snoeren nu om snoer 2 te vervangen.
- Kijk wat er gebeurt als je de stroom met de schakelaar in- en uitschakelt.

3 Teken het schakelschema. Zet erbij welke lampjes nu uitgaan als je de schakelaar op UIT zet.



- Doe vervolgens hetzelfde met de snoeren 3 tot en met 6.

4 Teken het schakelschema en zet je waarnemingen erbij.

....

....

....

5 Beantwoord ten slotte de onderzoeksvraag.

....

....

....

....

....

PROEF 8 EEN ONTWERP MAKEN – DE MISTLAMPSCHAKELING

45 minuten

Inleiding

Stel je voor: in een auto moet een mistlamp gemonteerd worden. Het is de bedoeling dat de mistlamp alleen aangezet kan worden als de gewone verlichting van de auto al brandt. Jij bent bij deze opdracht de ontwerper die een bruikbare oplossing moet verzinnen.

Doel

Bij deze proef bedenk en test je een schakeling voor de autoverlichting, inclusief de mistlamp. Je prototype moet aan de volgende ontwerpeisen voldoen:

Ontwerpeisen

- De schakeling bestaat uit 5 lampjes en 2 schakelaars.
- De lampjes 1 en 2 stellen de koplampen voor.
- De lampjes 3 en 4 stellen de achterlichten voor.
- Lampje 5 stelt het mistachterlicht voor.
- De koplampen en de achterlichten kunnen met schakelaar 1 aan- en uitgezet worden.
- Het mistachterlicht kan met schakelaar 2 aangezet worden, maar alleen als de koplampen en de achterlichten branden.

Nodig

Bij deze proef bedenk je zelf welke practicumspullen je nodig hebt.

Uitvoeren en uitwerken

- Bedenk hoe je de opdracht kunt uitvoeren. Wat voor schakeling ga je maken, welke practicumspullen heb je daarvoor nodig, hoe ga je testen of de schakeling goed werkt?

1 Maak een werkplan voor deze opdracht.

- De werkplannen worden de volgende les besproken met de klas. Verbeter je eigen werkplan daarna nog als dat nodig is.
- Bouw de schakeling en probeer hem uit.

2 Maak een testverslag met daarin:
a een schakeling die aan alle ontwerpeisen voldoet;
b de tests die je hebt uitgevoerd en de resultaten daarvan;
c eventuele veranderingen die je in je schakeling hebt aangebracht.

Wedstrijd op zonne-energie



Op de laatste racedag bouwde het Nuon Solar Team (Universiteit Delft) hun voorsprong op de belangrijkste concurrenten – Michigan (VS), Tokai (Japan) en Punch Powertrain (België) – verder uit. Red Shift (Universiteit Twente) moest nog een tijdstraf van een halfuur uitzitten en zakte weg in het eindklassement. Met overmacht won het Nuon Solar Team de veertiende Bridgestone World Solar Challenge, het officieuze wereldkampioenschap voor zonneauto's in Australië. Het team deed, met zonneauto Nuna9, vier dagen en ruim zes uur over de 3000 km lange race. Het is alweer de zevende keer dat het Nuon Solar Team wereldkampioen zonneracen is geworden.

De *World Solar Challenge*

Elke twee jaar verzamelen zich enkele tientallen teams voor de *World Solar Challenge*, een race voor zonneauto's door de Australische *outback*. Het parcours loopt van Darwin in het noorden naar Adelaide in het zuiden, over een afstand van meer dan 3000 km. Vooral voor de coureurs is de race flink afzien. Ze zitten vijf of zes dagen opgesloten in een piepkleine cabine waarin de temperatuur kan oplopen tot wel 50 °C.

Op 8 oktober 2017 ging er weer een editie van start. Net als in 2013 en in 2015 deden er drie Nederlandse teams mee: het Nuon Solar Team van de Universiteit in Delft (figuur 1), het Solar Team Twente van de Universiteit in Twente en het Solar Team Eindhoven van de Technische Universiteit Eindhoven. De wagen uit Eindhoven won in de Cruiserklasse met de Stella Vie. In deze klasse, die in 2013 geïntroduceerd is, rijden auto's die iets praktischer in gebruik zijn, met twee tot vier inzittenden. In deze klasse is het team uit Eindhoven ongeslagen: ze wonnen tot nu toe alle edities.

Rijden op zonlicht

De wagentjes die aan de *World Solar Challenge* meedoen, rijden voor 100% op zonne-energie. De Nuna9 van het Nuon Solar Team heeft daarvoor zonnecellen van galliumarsenide, met een totale



figuur 1 Coureur Lisanne de Rooij in de Nuna9 van het Nuon Solar Team.



figuur 2 Om zoveel mogelijk zonlicht op te vangen worden de zonnepanelen schuin opgesteld.

oppervlakte van slechts 2,64 m^2. Als de zon flink schijnt, is dat voldoende voor een snelheid van 110 km/h. Sneller mogen de wagentjes niet: ze moeten zich net als het overige verkeer aan de Australische maximumsnelheid houden.

Bij zonnig weer produceren de zonnecellen meestal meer elektrische energie dan er op dat moment nodig is. Die energie gaat niet verloren: het overschot wordt tijdelijk opgeslagen in accu's. Dat is handig als er later op de dag een tekort aan energie ontstaat, bijvoorbeeld doordat er opeens bewolking voor de zon schuift. Dan wordt de opgeslagen energie uit de accu's gehaald en gebruikt om de zonneauto aan te drijven.

Opladen en ontladen

De accu's spelen ook een belangrijke rol bij de start. Om snel op te kunnen trekken, is veel vermogen nodig, oftewel veel energie in weinig tijd. Bezitters van een auto met verbrandingsmotor kunnen daarover meepraten: snel wegscheuren slurpt benzine. Voor een zonneauto geldt hetzelfde (als je benzine vervangt door elektrische energie). Omdat de zonnecellen maar een beperkt vermogen kunnen leveren, moeten de accu's flink bijspringen voor een snelle start.

“Australië is wel een zonnig land, maar de zon schijnt niet altijd.”

De accu's worden daarom 's ochtends voor de start opgeladen met behulp van de zonnecellen. Ook tijdens stops proberen de deelnemers om hun accu's maximaal op te laden. Daarom stellen ze de zonnepanelen schuin op, om zoveel mogelijk zonlicht op te vangen (figuur 2). Hoe meer elektrische energie ze in hun accu's kunnen opslaan, des te groter zijn hun kansen in de race.

Het voortdurend opladen en ontladen van de accu's is niet zonder risico's. Bij een van de deelnemende teams ontstond een paar jaar geleden zelfs brand in de accu's. Veel zonneauto's zijn daarom voorzien van een speciaal *Battery Management System*, dat continu de lading van de accu's in de gaten houdt. Het systeem zorgt ervoor dat de accu's niet overladen worden of juist te ver ontladen, want in beide gevallen kunnen ze in brand vliegen.

Strategisch rijden

Een slim ontworpen zonneauto is geen garantie dat je de race ook wint. Daarvoor moet je ook slim rijden. Als het weer niet erg zonnig is, kun je niet de hele tijd op topsnelheid rijden. Dan raken de accu's al ver voor de finish uitgeput. Te langzaam rijden is natuurlijk ook geen goed idee. Je wilt de energie die in de accu's zit, zo volledig mogelijk benutten.

De succesvolle teams volgen daarom een uitgekiende strategie. In de volgauto die achter de zonneauto aanrijdt, wordt daar constant aan gewerkt. De teamleden krijgen gegevens door van de elektronica in de zonneauto over de energieproductie van de zonnecellen en de ladingstoestand van de accu's. Ook volgen ze het weerbericht op de voet. Al die gegevens gebruiken ze om de optimale snelheid voor de zonneauto te berekenen. Die wordt vervolgens doorgegeven aan de coureur.

De derde en vierde racedag bleken beslissend, toen het weer in de Australische outback omsloeg: donkere wolken, harde wind en zelfs regen zetten de toon. Juist in deze omstandigheden liep het Nuon Solar Team uit naar een voorsprong van twee uur.



figuur 3 Het Nuon Solar Team wordt voor de zevende keer wereldkampioen.

Bij zware bewolking nam de coureur gas terug. Aerodynamicus Jasper Hemmes: "Omdat Nuna zo licht en gestroomlijnd is, konden we ook bij harde wind met weinig energie veel snelheid maken. We werden als het ware vooruit gezogen door de wind, dankzij ons aerodynamische ontwerp." Strateeg Stijn Burger vult aan: "Dankzij goede informatie van ons meteoteam konden we bovendien waar mogelijk de gaten in het wolkendek vinden, zodat we zoveel mogelijk zon opvingen."

Finish

Het team van Twente eindigde uiteindelijk als vijfde. Twee eerste plaatsen en een vijfde plaats zijn natuurlijk fantastische prestaties, maar de concurrentie zit niet stil (figuur 3). Er zijn in Delft, Twente en Eindhoven vast genoeg enthousiaste studenten te vinden om van de volgende *World Solar Challenge* weer een spannend hightech evenement te maken.

PECH VOOR UMICORE

Het Umicore Solar Team uit België had een paar jaar geleden flinke tegenslag in de World Solar Challenge. Het team lag op een verdienstelijke vierde plaats toen er op circa 200 km van de finish brand ontstond in de accu's. De coureur en enkele teamleden die rook inademden werden naar het ziekenhuis gebracht voor controle, maar mochten het snel weer verlaten. Na een spoedreparatie kon er verder worden gereden met de reserveaccu's.

OPDRACHTEN

1 Tijdens stops worden de zonnepanelen schuin opgesteld.

a In welke richting moet de coureur de zonnepanelen dan kantelen?
b Hoe komt het dat de accu's in die stand sneller worden opgeladen?

2 Leg uit waarom de accu's van een zonneauto worden bijgeschakeld in de volgende situaties.

a als de zon achter de wolken verdwijnt.
b als de zonneauto tegen een helling oprijdt.
c als de coureur een andere auto gaat inhalen.

3 Bij zware bewolking nam de coureur gas terug.

a Leg uit wat de coureur precies bedoelde met 'gas terugnemen'.
b Leg uit waarom het nodig was dat hij op die manier ingreep.

4 Stel je voor: in het elektrisch systeem van een zonneauto zitten drie schakelaars:

- schakelaar 1: tussen de zonnepanelen en de accu's;
- schakelaar 2: tussen de zonnepanelen en de motor;
- schakelaar 3: tussen de accu's en de motor.

Welke schakelaars staan open (UIT) en welke dicht (AAN):

a als de accu's voor een wedstrijd zo ver mogelijk worden opgeladen?
b als de auto tijdens de wedstrijd snel tegen een helling omhoog rijdt?
c als de auto bij zonnig weer met 110 km/h over een vlakke weg rijdt?

Leerstofoverzicht

4.1 EEN STROOMKRING MAKEN

ONTHOUD

- Een gesloten stroomkring is een stroomkring zonder onderbrekingen waar een elektrische stroom doorheen kan lopen.
- Stoffen waar een elektrische stroom gemakkelijk doorheen kan lopen, heten geleiders. Alle metalen zijn geleiders. Koolstof is ook een geleider, al is het geen metaal.
- Stoffen die een elektrische stroom niet of heel slecht doorlaten, heten isolatoren. Voorbeelden zijn rubber, glas en de meeste soorten plastic.
- Met een stroommeter meet je bijvoorbeeld de stroomsterkte door een lampje. Het maakt niet uit of je de meter voor of na het lampje opneemt in de schakeling: de stroomsterkte is op beide plaatsen gelijk.

BEGRIPPEN

geleider
Stof waar een elektrische stroom gemakkelijk doorheen kan lopen.

isolator
Stof die een elektrische stroom niet of heel slecht doorlaat.

lading
Hoeveelheid elektriciteit. Een elektrische stroom bestaat uit lading die door de onderdelen van een stroomkring beweegt.

schakelaar
Onderdeel van een stroomkring waarmee je de stroomkring kunt openen of sluiten.

stroomkring
Een geheel van geleidende delen van snoeren, lampen enzovoort, waar stroom doorheen kan lopen.

stroommeter
Instrument waarmee je kunt bepalen hoe groot de stroom door een stroomkring is.

stroomsterkte
Hoeveelheid lading die per seconde voorbijkomt. De eenheid van stroomsterkte is ampère (A).

4.2 SPANNINGSBRONNEN

ONTHOUD

- Je kunt de vermelde spanning op een spanningsbron controleren met een spanningsmeter. Daarvoor moet je de spanningsmeter verbinden met de pluspool en de minpool van de batterij. De spanning meet je in volt (V).
- Een elektrische spanning kun je vergelijken met de spanning van een opgeblazen ballon. Hoe groter de spanning, hoe groter de ‘druk’ waarmee de lading door een stroomkring wordt gevoerd.
- Er bestaat een elektrisch onderdeel dat zich net zo gedraagt als een ballon: een condensator. In de condensator kun je lading opslaan. De condensator levert geen constante spanning.
- In een stroomkring gebruik je vaak een spanningsbron (bijvoorbeeld een batterij) die een constante spanning levert.
- Als je batterijen op de juiste manier (‘plus aan de min’) in serie schakelt, mag je hun spanningen bij elkaar optellen.

BEGRIPPEN

netspanning
Spanning die op stopcontacten staat. In Nederland is dit 230 V.

spanning
Soort 'elektrische druk': hoe groter de spanning, hoe groter de 'druk' waarmee de lading door de stroomkring wordt gevoerd.

spanningsbron
Onderdeel van een stroomkring dat de spanning levert. Bijvoorbeeld een batterij of een accu.

spanningsmeter
Instrument waarmee je de spanning kunt meten.

4.3 SCHAKELINGEN

ONTHOUD

- In een schakelschema geef je elektrische componenten weer met symbolen.

component	symbool	component	symbool	component	symbool
snoer		lampje		stroommeter	A
batterij		schakelaar	open dicht	bel	
gelijk-spanning		spannings-meter	V	motor	M
wissel-spanning		stopcontact		led	

- De stroomsterkte in een serieschakeling is overal even groot.
- In een parallelschakeling van lampjes is de totale stroomsterkte (de stroomsterkte die de batterij levert) gelijk aan de som van de stroomsterktes in de takken.
- In een parallelschakeling van lampjes krijgt elk lampje dezelfde spanning.
- In een parallelschakeling kun je elk lampje apart aan- en uitdoen. Als een lamp doorbrandt, blijven de andere gewoon branden.

BEGRIPPEN

parallelschakeling
Schakeling met meerdere stroomkringen.

schakelschema
Overzichtelijke tekening van een schakeling, weergegeven met symbolen.

serieschakeling
Schakeling die bestaat uit één stroomkring zonder vertakkingen.

totale stroomsterkte
Stroomsterkte in de onvertakte delen van een parallelschakeling.

4.4 VERMOGEN EN ENERGIE

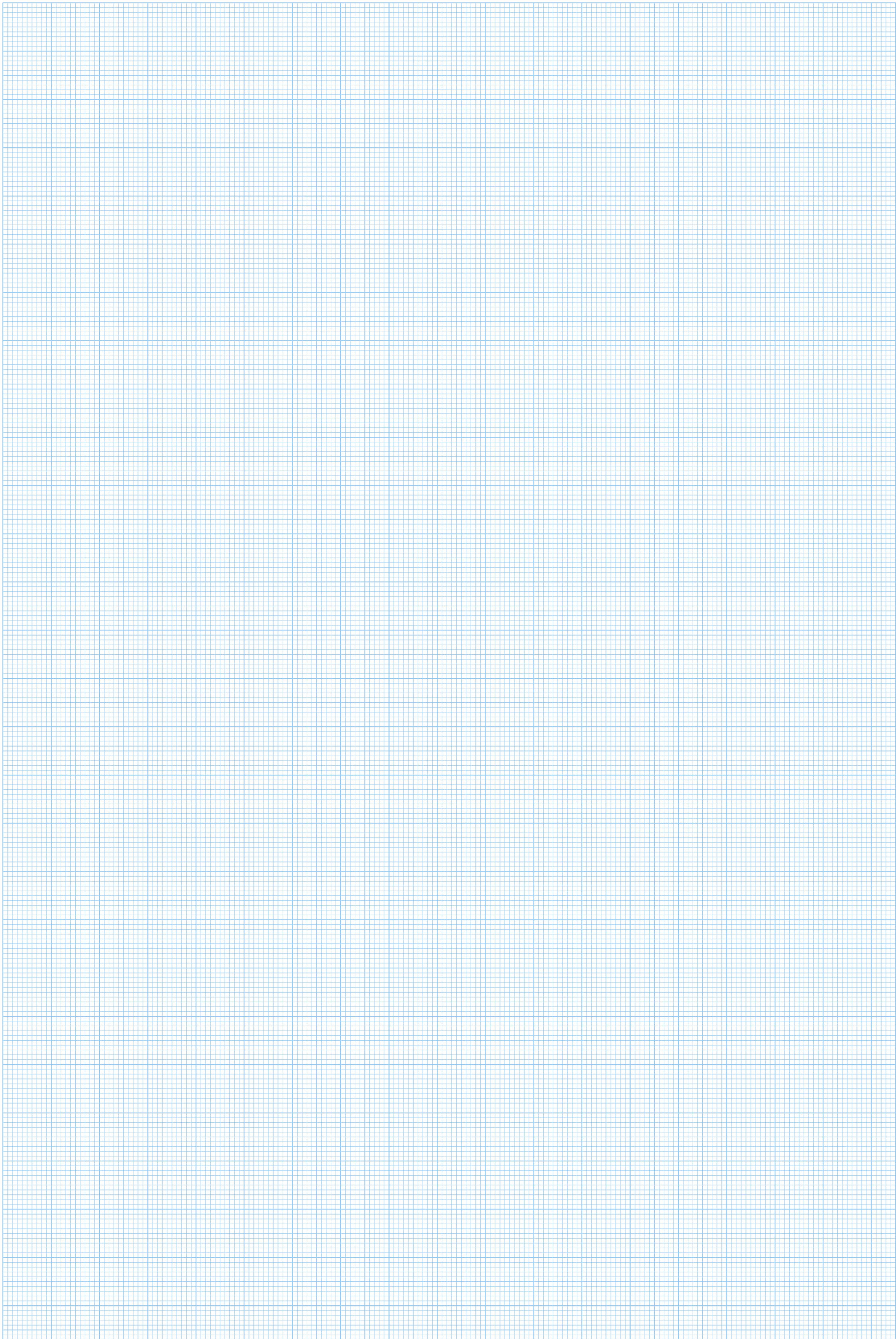
ONTHOUD

- Het vermogen geeft aan hoeveel elektrische energie een apparaat in een seconde verbruikt. Apparaten met een groot vermogen verbruiken meer energie in een seconde dan apparaten met een klein vermogen. De eenheid van vermogen is watt (W).
- Het vermogen van een elektrisch apparaat bereken je met de formule: vermogen = spanning × stroomsterkte
- Het energieverbruik van een elektrisch apparaat hangt af van het vermogen van het apparaat en de tijd dat het apparaat is ingeschakeld.

BEGRIPPEN

vermogen
Hoeveelheid elektrische energie die een apparaat per seconde verbruikt. De eenheid is watt (W).


Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.



Vaardigheden

ONDERZOEK DOEN

Bij het vak natuur- en scheikunde leer je om onderzoek te doen. Je werkt met practicumapparatuur, voert metingen uit, tekent grafieken en maakt berekeningen. Dit deel van het boek gaat over de vaardigheden die je daarvoor nodig hebt.



1 Onderzoek doen

Bij het vak natuur- en scheikunde leer je om zelf onderzoek uit te voeren. Bij het doen van onderzoek ga je stap voor stap te werk.

Stap 1 **Bedenk een onderzoeksvraag**
Meestal staat de onderzoeksvraag al in het boek vermeld. Dan ben je natuurlijk snel klaar. Soms mag je zelf een onderzoeksvraag bedenken. Wees daarbij niet te gauw tevreden. Je moet wel een idee hebben hoe je jouw vraag kunt beantwoorden.

Stap 2 **Maak een werkplan**
In je werkplan schrijf je op:

- welke materialen en apparatuur je nodig hebt;
- welke opstelling je gaat bouwen (maak een tekening);
- welke grootheden je gaat meten;
- (eventueel) welke formules je gaat gebruiken.

In figuur 1 zie je een voorbeeld van zo'n werkplan.

Werkplan van: Eileen en Jamila

Onderzoeksvraag: Wat is de hoogste toon die we kunnen horen?

1 Materialen en apparatuur

* Toongenerator
* Versterker
* Hoge-tonen-luidspreker

2 Opstelling

3 Metingen

Jamila maakt met de toongenerator een steeds hogere toon. Eileen zegt 'stop' als ze geen geluid meer hoort. Jamila kijkt dan op de toongenerator hoe hoog de toon is. Dit doen we een paar keer om te zien of er steeds hetzelfde uitkomt. Daarna gaan we de proef nog eens doen, maar nu luistert Jamila en draait Eileen aan de toongenerator.

figuur 1 Zo ziet een werkplan eruit.

Stap 3 **Uitvoeren en uitwerken**
Je gaat nu metingen uitvoeren en uitwerken.
Zie ook de vaardigheden 5 tot en met 11.

Stap 4 **Conclusies trekken**
Als alles goed is gegaan, kun je nu conclusies trekken. Probeer een antwoord te geven op je onderzoeksvraag. Vraag je ook af wat er in je onderzoek beter had gekund.

Stap 5 **Een verslag maken**
Tot slot maak je van je onderzoek een verslag. Zie de vaardigheid *Een verslag schrijven*.

2 Werken met grootheden en eenheden

Bij proeven en onderzoeksopdrachten doe je vaak metingen. Je gebruikt een meetinstrument om een getalwaarde te vinden voor een eigenschap, zoals de lengte of de temperatuur.

Grootheden

Een grootheid is een eigenschap die je kunt meten met een meetinstrument. Voorbeelden van grootheden zijn lengte, massa en temperatuur. Je kunt deze grootheden meten met een meetlat (voor de lengte, zie figuur 2), een weegschaal (voor de massa) en een thermometer (voor de temperatuur).



figuur 2 Je meet de grootheid lengte in de eenheid meter.

Eenheden

Om een grootheid te kunnen meten, moet je eerst een maat met elkaar afspreken. Zo'n maat noem je een eenheid. Je meet je lengte in meters, je massa in kilogrammen en je lichaamstemperatuur in graden Celsius.

Voor elke grootheid bestaat een internationaal erkende SI-eenheid, zoals de meter voor de lengte, de seconde voor de tijd en ampère voor de stroomsterkte. In het dagelijks leven worden daarnaast ook andere eenheden gebruikt. Mensen doen dat, omdat ze zo'n eenheid handiger vinden of omdat ze het nu eenmaal zo gewend zijn.

Meetresultaten noteren

- Ga voor de meting na in welke eenheid je meetinstrument de uitkomst weergeeft. Vaak is dat meteen duidelijk, maar soms moet je eerst even goed kijken.
- Noteer een meetresultaat altijd meteen nadat je de meting hebt gedaan.
- Doe je maar één meting? Noteer het meetresultaat dan in de vorm:
  [grootheid] = [getal] [eenheid].
  Bijvoorbeeld: massa = 237 gram.
- Doe je een serie metingen? Noteer je meetresultaten dan in een tabel. Zet boven elke kolom met getallen:
  - welke grootheid je hebt gemeten;
  - welke eenheid je hebt gebruikt (tussen haakjes).

In tabel 1 vind je een overzicht van de grootheden en eenheden die je in dit boek tegenkomt. In de derde en vierde kolom staan de SI-eenheden. Andere veelgebruikte eenheden staan in de laatste twee kolommen.

Soms is het nodig om een gegeven om te rekenen van de ene eenheid naar de andere (bijvoorbeeld van km/h naar m/s). Zie daarover vaardigheid 4.

tabel 1 Grootheden en eenheden.

grootheid	SI-eenheid	afkorting	andere eenheid	afkorting
dichtheid	kilogram per kubieke meter	kg/m^3	gram per kubieke centimeter	g/cm^3
frequentie	hertz	Hz	-	-
lengte, afstand	meter	m	-	-
luchtdruk, gasdruk	pascal	Pa	bar	-
massa	kilogram	kg	-	-
snelheid	meter per seconde	m/s	kilometer per uur	km/h
spanning	volt	V	-	-
stroomsterkte	ampère	A	-	-
temperatuur	kelvin	K	graden Celsius	°C
tijd	seconde	s	minuut, uur	min, h
vermogen	watt	W	-	-
volume	kubieke meter	m^3	liter	L

3 Werken met voorvoegsels

Soms is een eenheid onhandig groot of juist onhandig klein. Daarom is er een manier bedacht om eenheden 'op maat' te kunnen maken.

De voorvoegsels in tabel 2 kun je in principe voor elke eenheid zetten. Zo kun je afgeleide eenheden maken die 10, 100 of 1000 keer zo groot óf zo klein zijn als de originele eenheid. Op die manier kun je de grootte van de eenheid aanpassen aan de situatie: kilogrammen voor de massa van je lichaam, milligrammen voor de werkzame stof in een tablet.

In de praktijk worden sommige combinaties veel gebruikt en andere (bijna) nooit. De decibel (dB) is bijvoorbeeld een populaire eenheid, de decivolt (dV) en de deciwatt (dW) kom je nooit tegen.



figuur 3 Een pijnstiller met 500 mg werkzame stof per tablet.

Een eenheid kiezen

- Kijk bij proeven welke eenheid op het meetinstrument vermeld staat. Meestal is het het handigst om die eenheid te gebruiken.
- Kies een kleinere eenheid, als je anders op een erg klein getal (< 0,1) uitkomt. Noteer de uitkomst van een volumemeting bijvoorbeeld als 25 mL en niet als 0,025 L.
- Gebruik een grotere eenheid, als je anders op een erg groot getal (> 1000) uitkomt. Noteer de uitkomst van een berekening bijvoorbeeld als 340 km en niet als 340 000 m.

Soms is het nodig om een gegeven om te rekenen van de ene eenheid naar de andere (bijvoorbeeld van mA naar A). Zie daarover vaardigheid 4.

tabel 2 Voorvoegsels en hun betekenis.

voorvoegsel	afkorting	betekenis	voorbeeld
kilo	k	1000	1 kg = 1000 g
hecto	h	100	1 hPa = 100 Pa
deca	da	10	1 dam = 10 m
deci	d	1/10 = 0,1	1 dL = 0,1 L
centi	c	1/100 = 0,01	1 cm = 0,01 m
milli	m	1/1000 = 0,001	1 mA = 0,001 A

4 Eenheden omrekenen

Vaak is het nodig om een eenheid om te rekenen van de ene eenheid naar de andere. Dat doe je bijvoorbeeld als je de snelheid in m/s hebt uitgerekend en iemand je vraagt wat dat in km/h is.

Bij het omrekenen van eenheden ga je als volgt te werk:

Stap 1 **Noteer een gelijkheid met links de ene eenheid en rechts de andere.**

Stap 2 **Ga na met welk getal je moet vermenigvuldigen of delen.**

Stap 3 **Voer de juiste vermenigvuldiging of deling uit en noteer het resultaat.**

VOORBEELDOPDRACHT 1
In een maatcilinder zit 0,125 L water. Hoeveel milliliter is dat?

Stap 1: Bedenk (of zoek op) dat 1 L gelijk is aan 1000 mL; zie figuur 4.
Stap 2: Je gaat van liter naar milliliter, dus je moet vermenigvuldigen met 1000.
Stap 3: Uitrekenen: Het volume van het water = 0,125 × 1000 = 125 mL

VOORBEELDOPDRACHT 2
Een stroommeter geeft 82 mA. Hoeveel ampère is dat?

Stap 1: Bedenk (of zoek op) dat 1 A gelijk is aan 1000 mA.
Stap 2: Je gaat van mA naar A, dus je moet delen door 1000.
Stap 3: Uitrekenen: De stroomsterkte = $\frac{82}{1000}$ = 0,082 A

VOORBEELDOPDRACHT 3
Een fietser rijdt met een snelheid van 5,2 m/s. Hoeveel km/h is dat?

Stap 1: Bedenk (of zoek op) dat 10 m/s gelijk is aan 36 km/h.
Stap 2: Je gaat van m/s naar km/h, dus vermenigvuldig je met 3,6.
Stap 3: Uitrekenen: De snelheid = 5,2 × 3,6 = ongeveer 19 km/h



figuur 4 Zoals je op deze maatkan kunt zien, is 1 L gelijk aan 1000 mL.

5 Meetinstrumenten aflezen

Als je een meting doet, lees je een meetwaarde – een getal – af op een meetinstrument. Bij het ene meetinstrument is dat gemakkelijker dan bij het andere.

Een digitaal meetinstrument, zoals een stopwatch of een digitale koortsthermometer, werkt elektronisch. De meetwaarde wordt in cijfers op een scherm weergegeven. Dit soort meters maakt het je erg gemakkelijk: je hoeft alleen de cijfers te noteren.

Een analoog meetinstrument, zoals een maatcilinder of een analoge spanningsmeter, heeft een schaalverdeling. Je leest een maatcilinder af door te kijken bij welk streepje de vloeistofspiegel zich bevindt. Bij een analoge spanningsmeter kijk je bij welk streepje de wijzer stilstaat.

Bij deze meetinstrumenten kun je niet meteen de meetwaarde aflezen.
Eerst moet je weten hoeveel elk streepje 'waard' is. Daar kun je als volgt achterkomen:

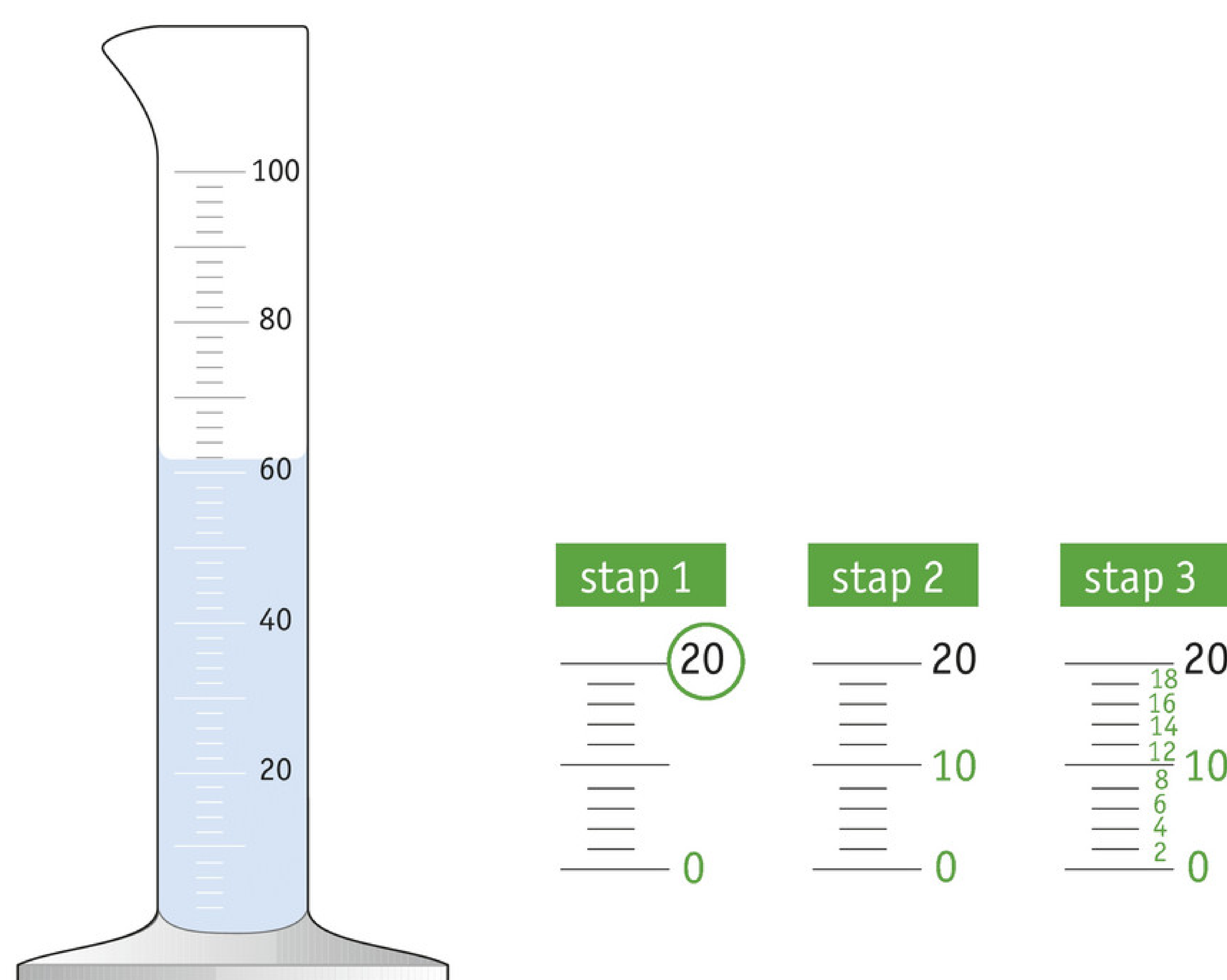
Stap 1 **Ga van de 0 naar het eerste streepje met een getal.**
Bij de maatcilinder in figuur 5 is dat het streepje waar 20 bij staat.

Stap 2 **Ga naar het streepje halverwege de 0 en het eerste getal.**
Bedenk welk getal bij dit streepje hoort. Bij de maatcilinder is dat 10.

Stap 3 **Bedenk nu wat elk streepje van de schaalverdeling waard is.**
Tel van 0 naar het eerste getal om te controleren of alles klopt.
Bij de maatcilinder gaat het goed als je in stappen van 2 mL telt.

Elk streepje van de maatcilinder is dus 2 mL waard.
Ga zelf na dat er 62 mL water in de maatcilinder zit.

Bij andere meetinstrumenten met een schaalverdeling ga je op dezelfde manier te werk.



figuur 5 Zo lees je een maatcilinder af.

6 Werken met een brander

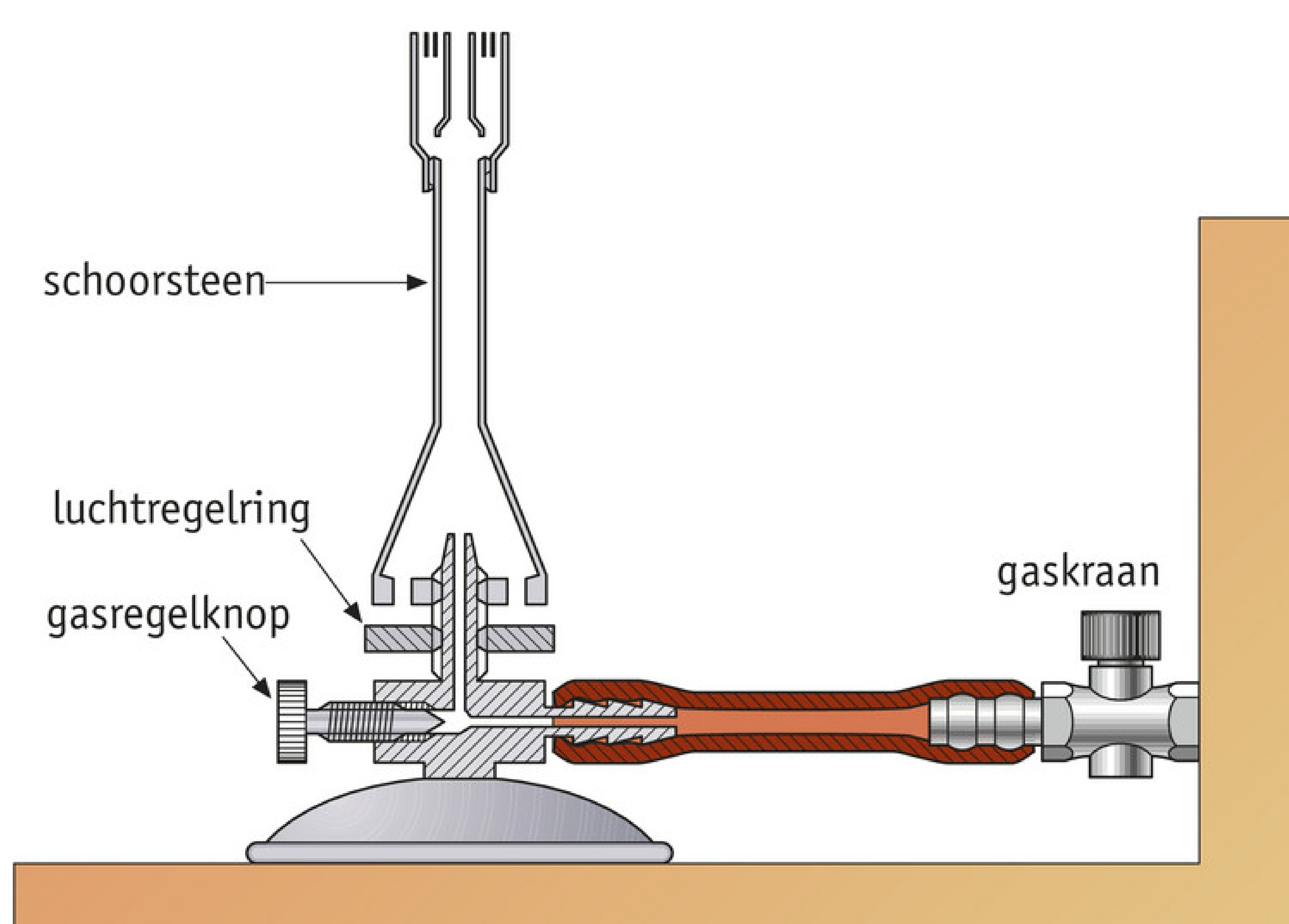
Bij het vak natuur- en scheikunde gebruik je af en toe een brander. Hieronder staat hoe je ermee moet werken.

Veiligheid

- Houd je aan de veiligheidsregels die je leraar met je heeft besproken.

Vooraf

- Controleer of de gasregelknop en de luchtregelring van de brander dicht zijn (figuur 6). Zo niet, draai ze dan dicht.



figuur 6 De onderdelen van een brander.

Aansteken

- Draai de gaskraan op je tafel open.
- Houd een brandende lucifer boven de brander.
- Draai de gasregelknop open.
- De brander brandt nu met een goed zichtbare, gele vlam.

Verwarmen

- Draai de luchtregelring open.
- De brander brandt nu met een slecht zichtbare, blauwe vlam. Deze blauwe vlam is veel heter dan de gele vlam. Om iets te verwarmen, gebruik je meestal een zacht ruisende, blauwe vlam (en nooit een gele vlam).

Proef onderbreken

- Laat de brander niet alleen als hij met een blauwe vlam brandt.
- Draai altijd eerst de luchtregelring dicht.
- De brander brandt dan met een goed zichtbare gele vlam.

Uitdoen

- Draai de luchtregelring dicht.
- Draai de gaskraan op je tafel dicht.
- Draai de gasregelknop dicht.

7 Werken met een spanningsmeter

Bij proeven met elektriciteit wordt vaak een spanningsmeter gebruikt. Je moet zo'n meter op de juiste manier aansluiten.

Aansluiten

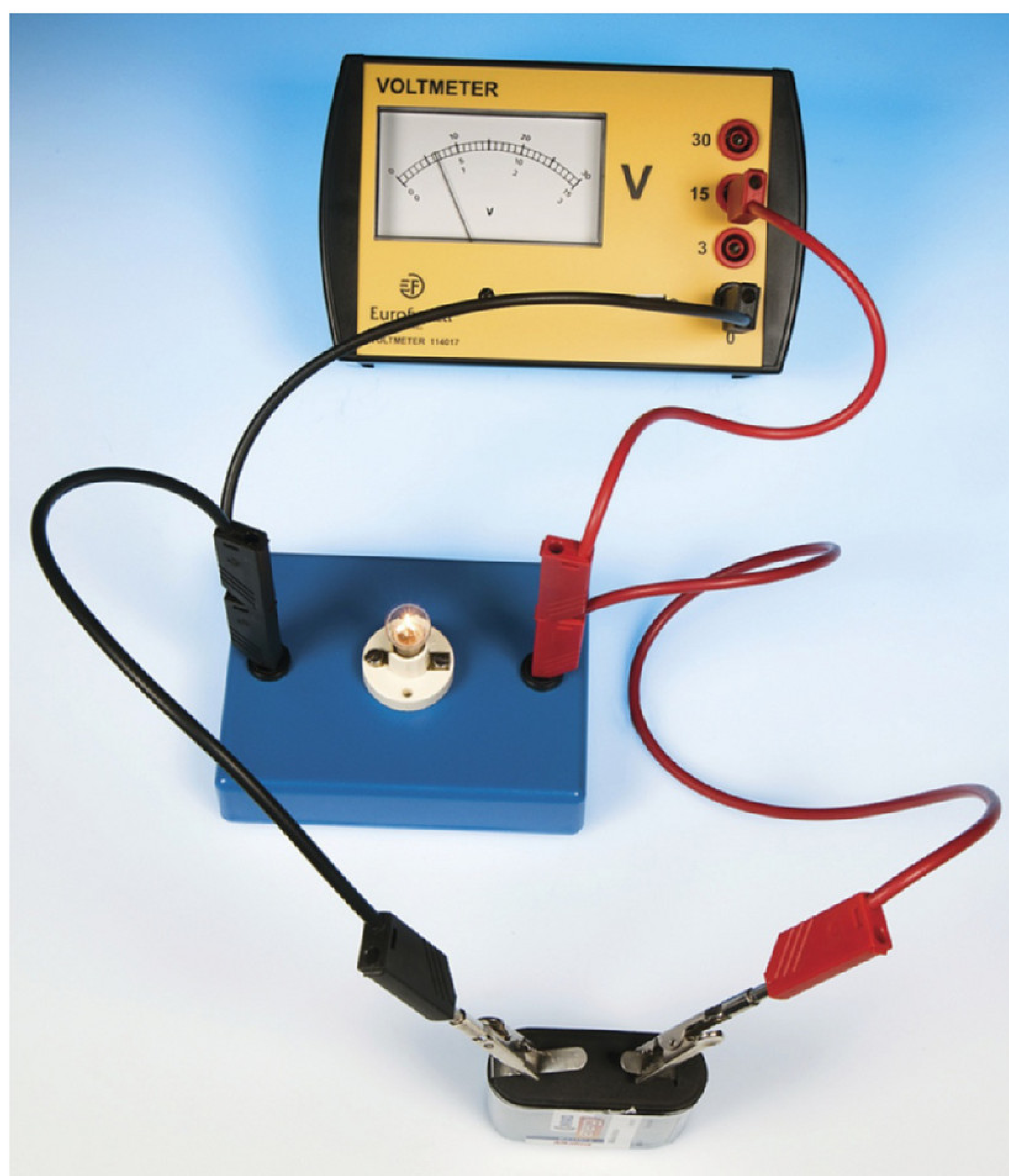
- Om de spanning 'over' een lampje te meten, schakel je de spanningsmeter parallel met het lampje. Zie figuur 7.
- Verbind de plus-pool van de batterij of voeding met de plus-aansluiting op de spanningsmeter. De wijzer beweegt dan de goede kant op. Als het toch fout gaat, sluit dan de twee snoeren 'andersom' op de meter aan.

Meetbereiken

- Veel spanningsmeters hebben verschillende meetbereiken. De meter in figuur 7 heeft bijvoorbeeld drie meetbereiken: 0–3 V, 0–15 V en 0–30 V. Als je het meetbereik van 0–3 V gebruikt, kun je spanningen meten tot maximaal 3 V.
- Voer eerst een 'testmeting' uit met het grootste meetbereik. Zo voorkom je dat de meter kapotgaat. Je ziet dan vanzelf of je een kleiner meetbereik kunt gebruiken.
- Doe de meting daarna met het kleinst mogelijke meetbereik. Dan slaat de wijzer verder uit en kun je nauwkeuriger aflezen wat hij aanwijst.

Aflezen

- Kijk altijd zo recht mogelijk op de meter en doe je best om nauwkeurig af te lezen.



figuur 7 Zo sluit je een spanningsmeter aan.

8 Werken met een stroommeter

Bij proeven met elektriciteit wordt vaak een stroommeter gebruikt. Je moet zo'n meter op de juiste manier aansluiten.

Aansluiten

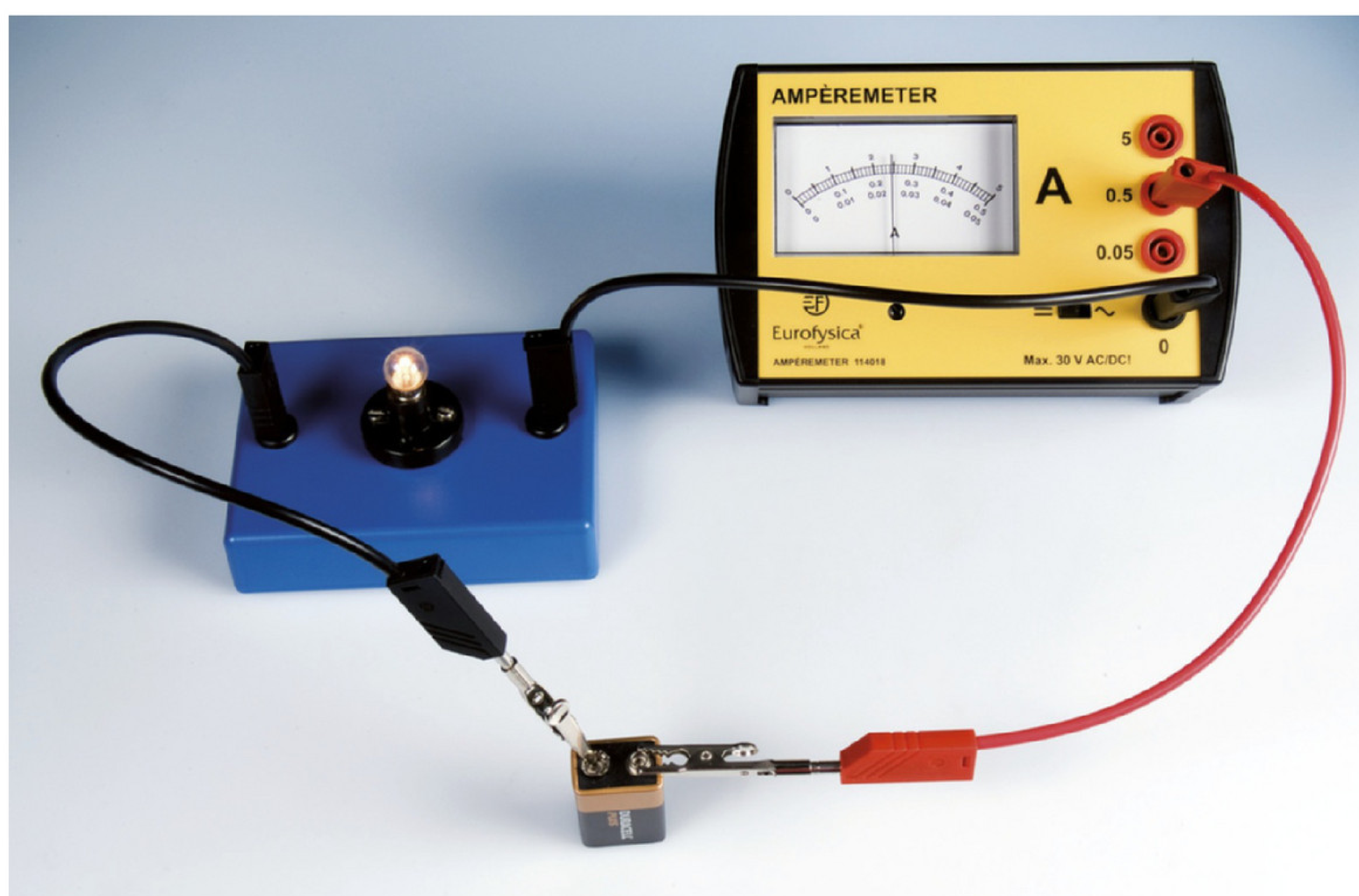
- Om de stroomsterkte door een lampje te meten, schakel je de stroommeter in serie met het lampje. De stroom door het lampje loopt dan ook door de meter.
- Verbind de plus-pool van de batterij of voeding met de plus-aansluiting op de stroommeter. De wijzer beweegt dan de goede kant op. Als het toch fout gaat, sluit dan de twee snoeren 'andersom' op de meter aan.

Meetbereiken

- Meestal kun je op de stroommeter verschillende meetbereiken kiezen. De meter in figuur 8 heeft er drie: 0-50 mA, 0–500 mA en 0–5 A. Als je het meetbereik van 0–500 mA gebruikt, kun je stromen meten tot maximaal 500 mA.
- Voer eerst een 'testmeting' uit met het grootste meetbereik. Zo voorkom je dat de meter kapotgaat. Je ziet dan vanzelf of je een kleiner meetbereik kunt gebruiken.
- Doe de meting daarna zo mogelijk met een kleiner meetbereik. Als je ziet dat de stroomsterkte 30 à 40 mA is, schakel je bijvoorbeeld over op 0-50 mA. Dan slaat de wijzer flink ver uit en kun je nauwkeurig aflezen wat hij aanwijst.

Aflezen

- Kijk altijd zo recht mogelijk op de meter en doe je best om nauwkeurig af te lezen.



figuur 8 Zo sluit je een stroommeter aan.

9 Werken met een multimeter

Bij proeven met elektriciteit kun je een multimeter gebruiken in plaats van een spanningsmeter of een stroommeter. Met een draaiknop op de meter kun je eenvoudig de te meten grootheid en het gewenste meetbereik kiezen (figuur 9).

De spanning meten

- Zet de draaiknop in het gebied DCV of V= en kies het hoogste meetbereik.
- Sluit de multimeter aan als een spanningsmeter: parallel met het lampje.
- Voer een 'testmeting' uit. Herhaal dit zo nodig met een kleiner meetbereik.
- Voer ten slotte de 'echte' meting uit met het kleinst mogelijke meetbereik.

De stroomsterkte meten

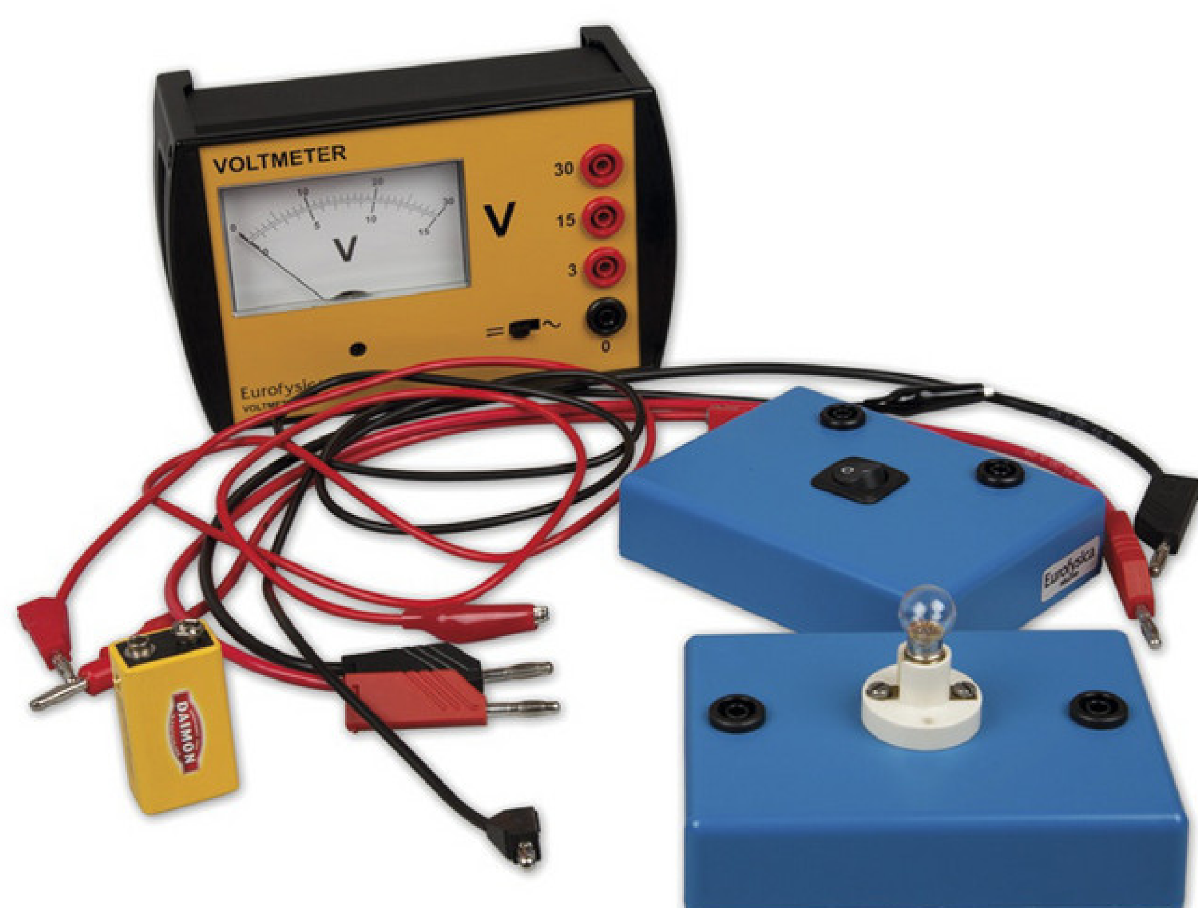
- Zet de draaiknop in het gebied DCA of A= en kies het hoogste meetbereik.
- Sluit de multimeter aan als een stroommeter: in serie met het lampje.
- Voer een 'testmeting' uit. Herhaal dit zo nodig met een kleiner meetbereik.
- Voer ten slotte de 'echte' meting uit met het kleinst mogelijke meetbereik.

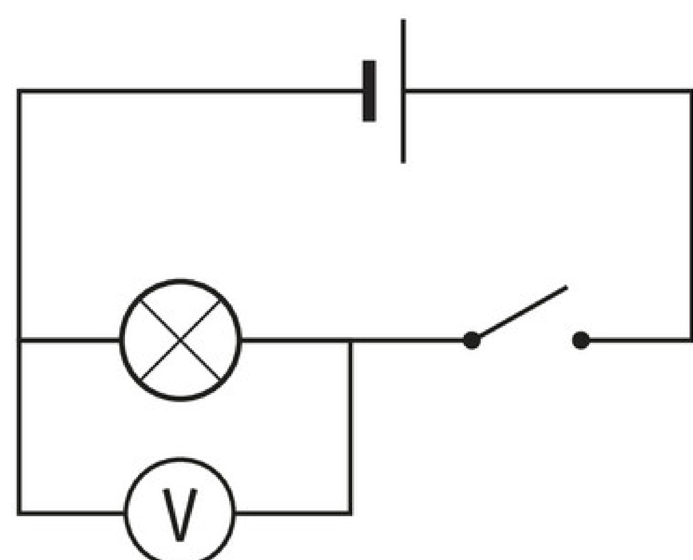


figuur 9 Een multimeter.

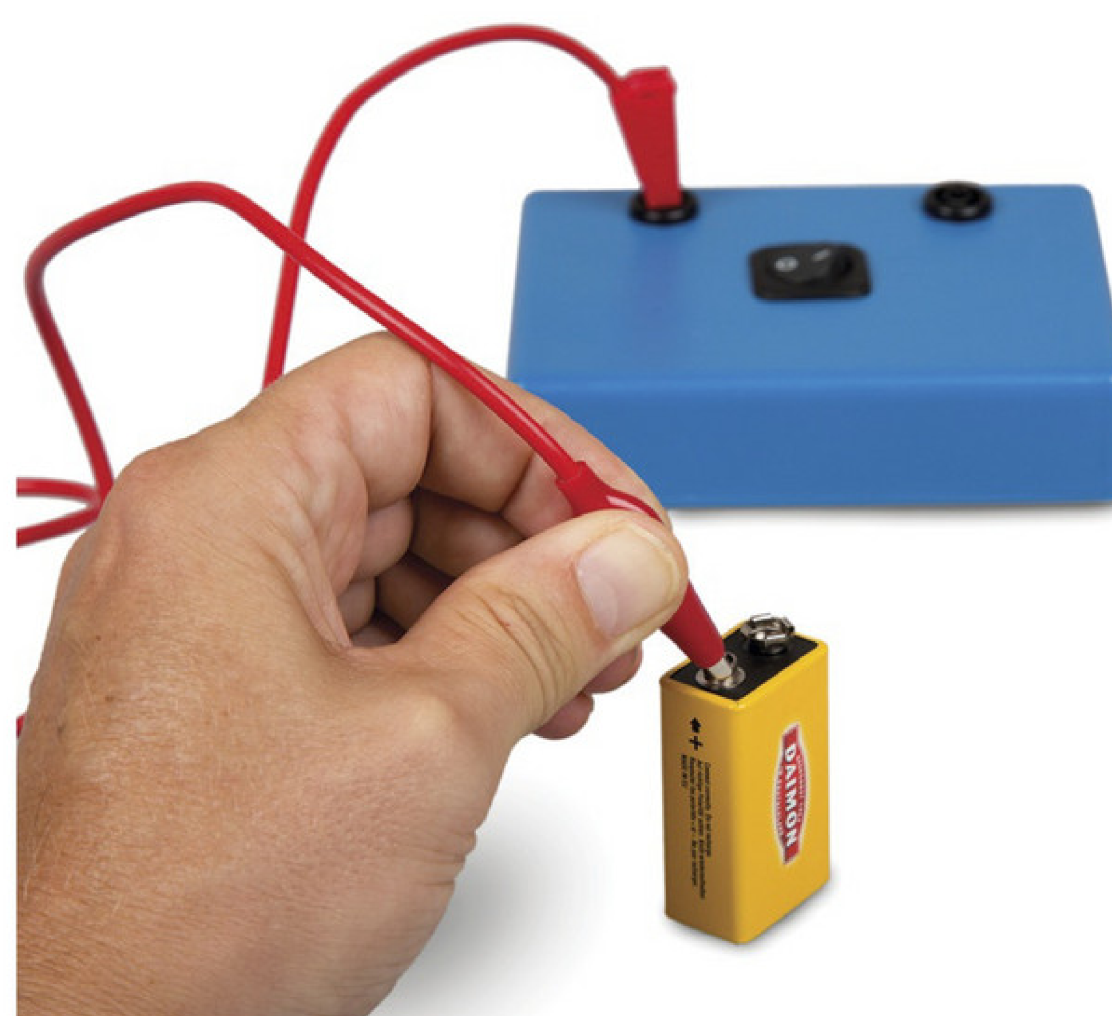
10 Schakelingen bouwen

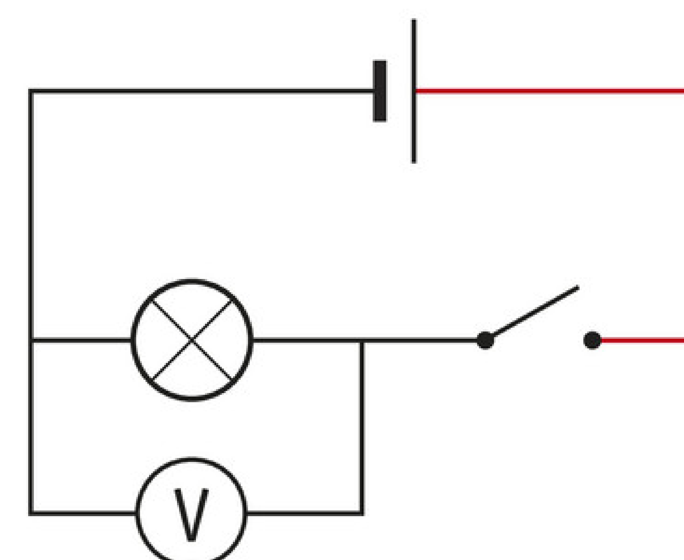
Bij sommige proeven bouw je een schakeling aan de hand van een schakelschema. Je kunt zo'n schakeling het beste stap voor stap opbouwen. In figuur 10 zie je hoe dat werkt.



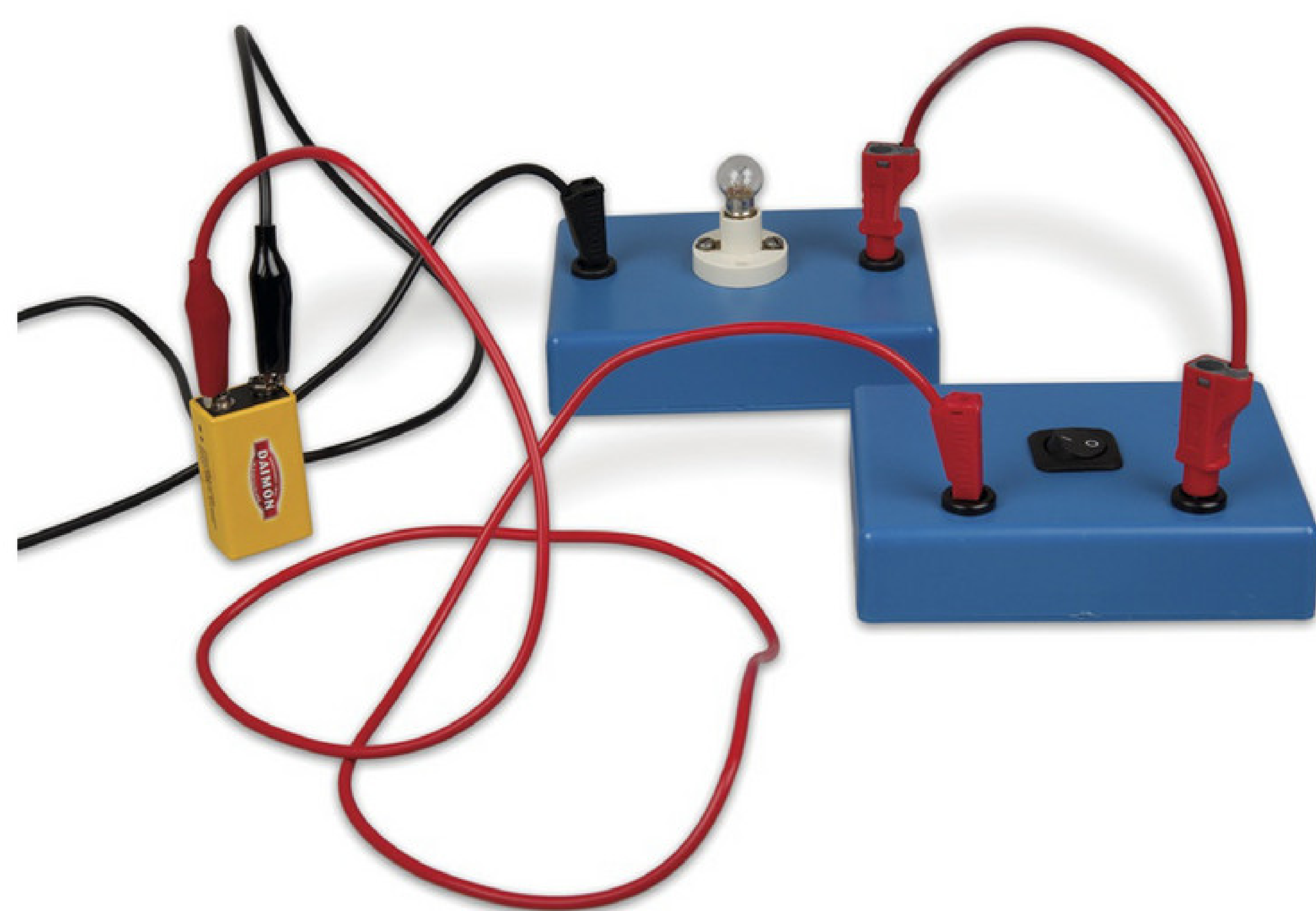


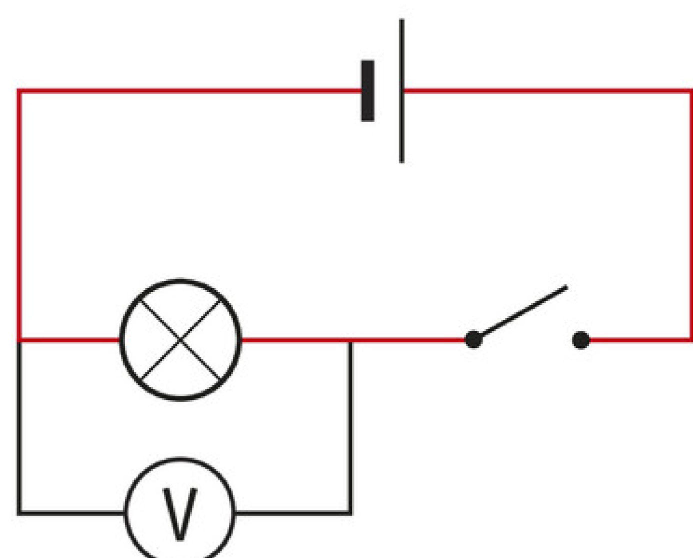
1 Verzamel de verschillende onderdelen.





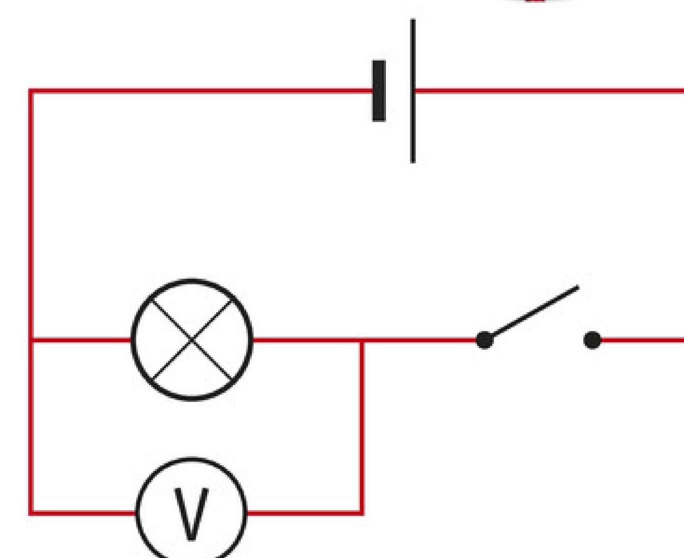
2 Begin met een rood snoer aan de plus-kant.





3 Sluit het lampje en de schakelaar aan: in serie.





4 Sluit de spanningsmeter aan: parallel met het lampje.

figuur 10 Een schakeling bouwen.

11 Werken met een oscilloscoop

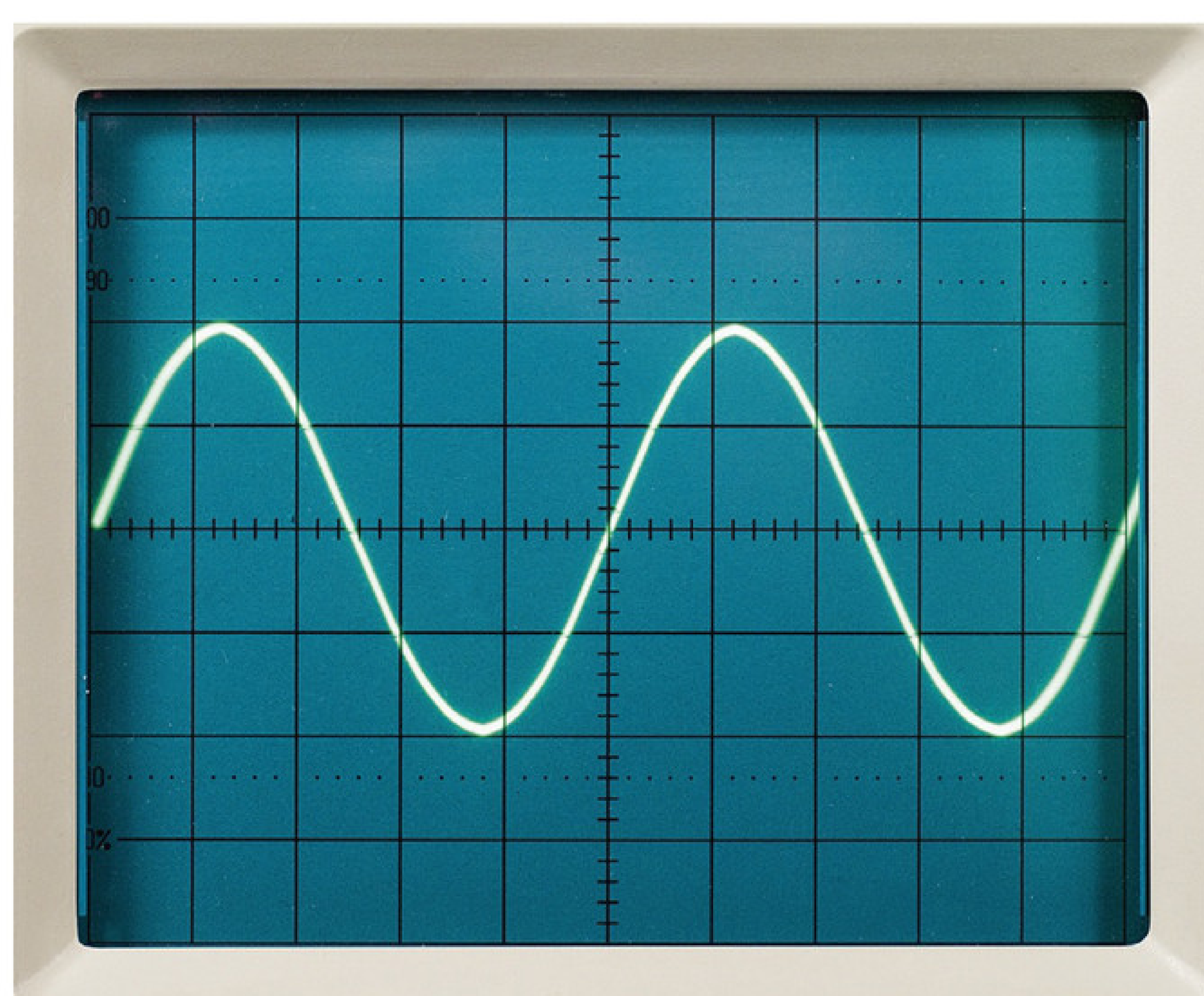
Met een oscilloscoop kun je de frequentie van een toon bepalen. Daarvoor moet je een microfoon aansluiten op de ingang van de oscilloscoop. Op het scherm verschijnt dan een figuur van de geluidstrilling.

De tijdbasis

Het scherm van de oscilloscoop is verdeeld in vakjes. Langs de horizontale as is de tijd uitgezet. Als één vakje 2 milliseconden breed is, zeg je dat de tijdbasis op 2 milliseconden per onderverdeling (2 ms/div) staat ingesteld. Je kunt de tijdbasis zelf instellen op de oscilloscoop.

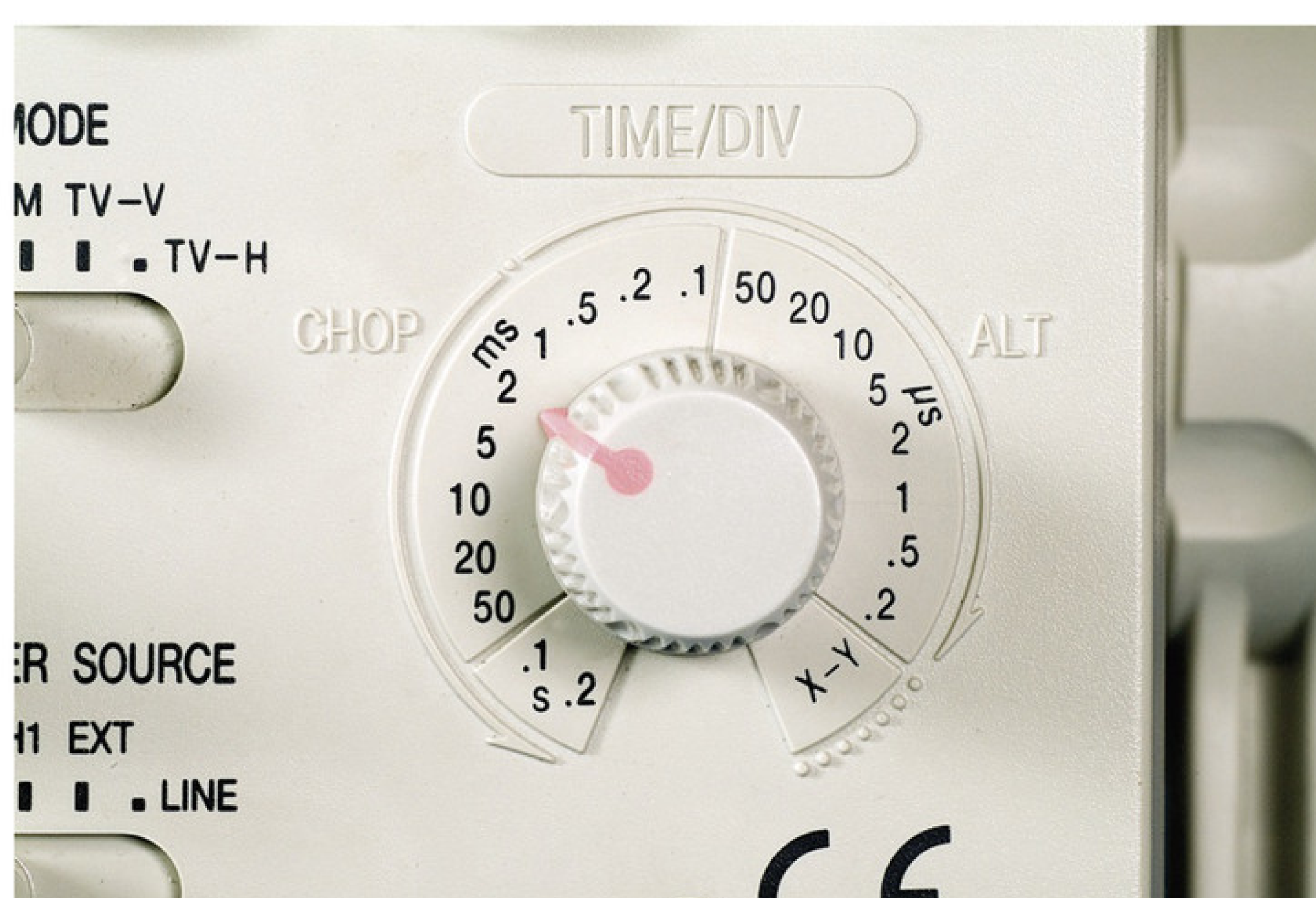
De tijdbasis instellen

- Soms zijn er te veel trillingen op het scherm te zien. Stel de tijdbasis dan in op een kleinere waarde.
- Soms is er maar een klein stukje van één trilling te zien. Stel de tijdbasis dan in op een grotere waarde.
- De tijdbasis is goed ingesteld als er enkele trillingen op het scherm te zien zijn. Je kunt dan goed op het scherm aflezen hoeveel tijd voor één trilling nodig is (figuur 11).

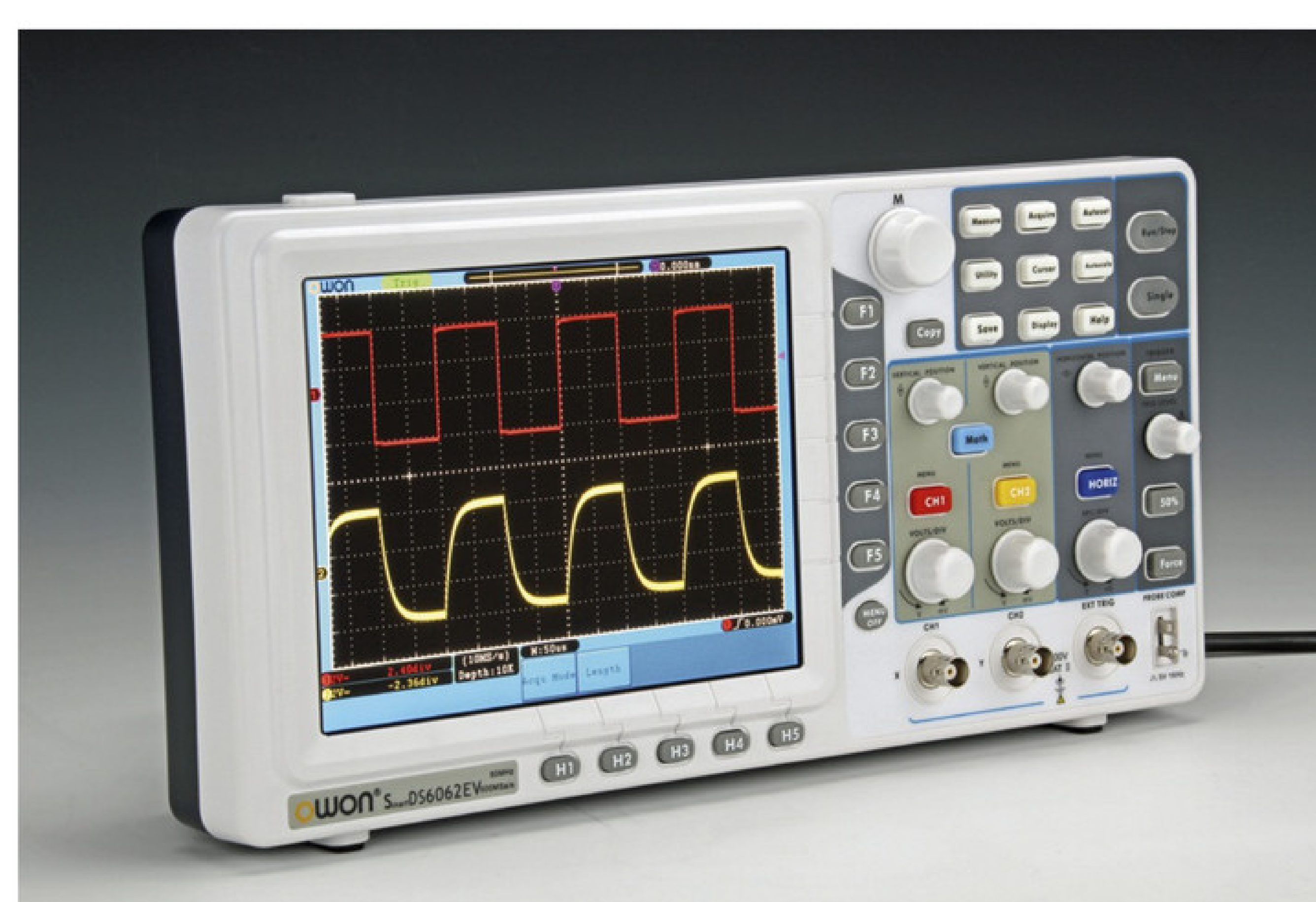


figuur 11 Het oscilloscoopbeeld van een trilling.

Bij een analoge oscilloscoop stel je de tijdbasis in met een draaiknop (figuur 12). Bij een digitale oscilloscoop kun je de tijdbasis ook zelf instellen, of met een druk op de autoset-knop de oscilloscoop de ideale tijdbasis laten zoeken (figuur 13).



figuur 12 De tijdbasis van een oscilloscoop.



figuur 13 Een digitale oscilloscoop.

12 Werken met formules

Bij het vak natuur- en scheikunde moet je af en toe berekeningen maken. Je moet daarbij duidelijk laten zien hoe je aan het antwoord komt.

Werk een berekening daarom als volgt uit:

Stap 1 **Schrijf de gegevens volledig op.**

Stap 2 **Noteer wat gevraagd wordt.**

Stap 3 **Noteer de formule in de juiste vorm.**

Je schrijft de formule voor het vermogen:

- als vermogen = spanning × stroomsterkte om het vermogen te berekenen.
- als $\text{spanning} = \dfrac{\text{vermogen}}{\text{stroomsterkte}}$ om de spanning te berekenen.
- als $\text{stroomsterkte} = \dfrac{\text{vermogen}}{\text{spanning}}$ om de stroomsterkte te berekenen.

Stap 4 **Vul de gegevens in.**

Stap 5 **Noteer het antwoord: een getal, gevolgd door een eenheid.**

Rond de uitkomst af, als je antwoord anders te veel cijfers krijgt. Een bruikbare vuistregel is dat je antwoord evenveel of maximaal één cijfer meer heeft als het gegeven met het kleinst aantal cijfers.

VOORBEELDOPDRACHT

Een metalen cilinder heeft een massa van 196 g en een volume van 22 cm^3.
Bereken de dichtheid van de stof waarvan het cilindertje gemaakt is.
Om welke stof zou het kunnen gaan?

gegevens massa = 196 g
volume = 22 cm^3

gevraagd dichtheid = ?

uitwerking $\text{dichtheid} = \dfrac{\text{massa}}{\text{volume}} = 8{,}9\ g/cm^3$

Het cilindertje zou van koper gemaakt kunnen zijn. Zie tabel 1 Dichtheid van een aantal stoffen in paragraaf 4 van hoofdstuk 2.

13 Werken met tabellen en grafieken

Veel onderzoeksvragen gaan over het verband tussen twee grootheden. Neem bijvoorbeeld de onderzoeksvraag: *Wat is het verband tussen de temperatuur van water in een bekerglas en de tijd dat het water wordt verwarmd?*

Deze vraag gaat over het verband tussen de tijd en de temperatuur. Om deze vraag te beantwoorden, voer je een serie metingen uit. Je verwarmt het water met een brander. Om de minuut lees je de temperatuur van het water af op een thermometer. De meetresultaten noteer je in een tabel (zie figuur 14a). Na afloop geef je de meetresultaten weer in een grafiek.
Zo'n grafiek maak je als volgt (zie figuur 14b, c en d):

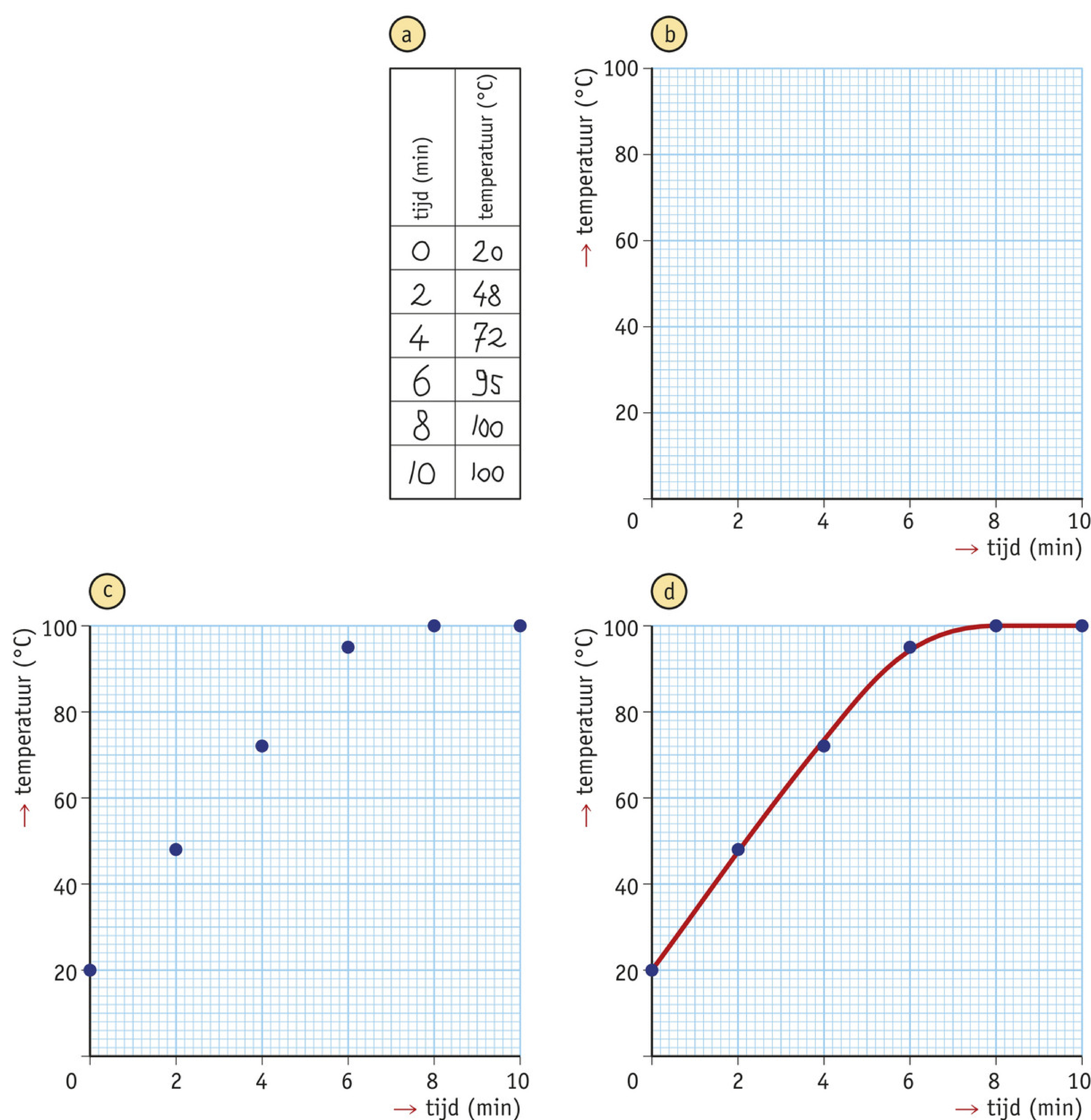
Stap 1 **Teken een assenstelsel.**

Stap 2 **Zet bij elke as een grootheid, met de bijbehorende eenheid.**
Bijvoorbeeld: tijd (min) en temperatuur (°C).

Stap 3 **Zet langs beide assen een geschikte schaalverdeling.**

Stap 4 **Teken de meetresultaten in als punten.**

Stap 5 **Teken een rechte lijn of een vloeiende kromme die zo goed mogelijk bij de punten aansluit. Je mag de punten niet een voor een met elkaar verbinden.**
Het geeft dus niet dat de rechte lijn of kromme niet precies door alle meetpunten loopt.



tijd (min)	temperatuur (°C)
0	20
2	48
4	72
6	95
8	100
10	100

figuur 14 Van tabel naar grafiek.

14 Een verslag schrijven

Bij een onderzoek hoort een verslag. In dat verslag leg je uit hoe het onderzoek is verlopen. Iemand die er niet bij geweest is, moet precies kunnen begrijpen wat er allemaal is gebeurd. Soms moet je ook een verslag maken van een practicumproef of een thuisopdracht.

Deel je verslag als volgt in:

Titelpagina
Hierop vermeld je: de titel van het onderzoek, de namen van de leerlingen in het onderzoeksgroepje, de klas, de naam van je leraar, de datum en het jaartal.

§ 1 Onderzoeksvraag
In deze paragraaf leg je uit welke vraag je met je onderzoek wilde beantwoorden.

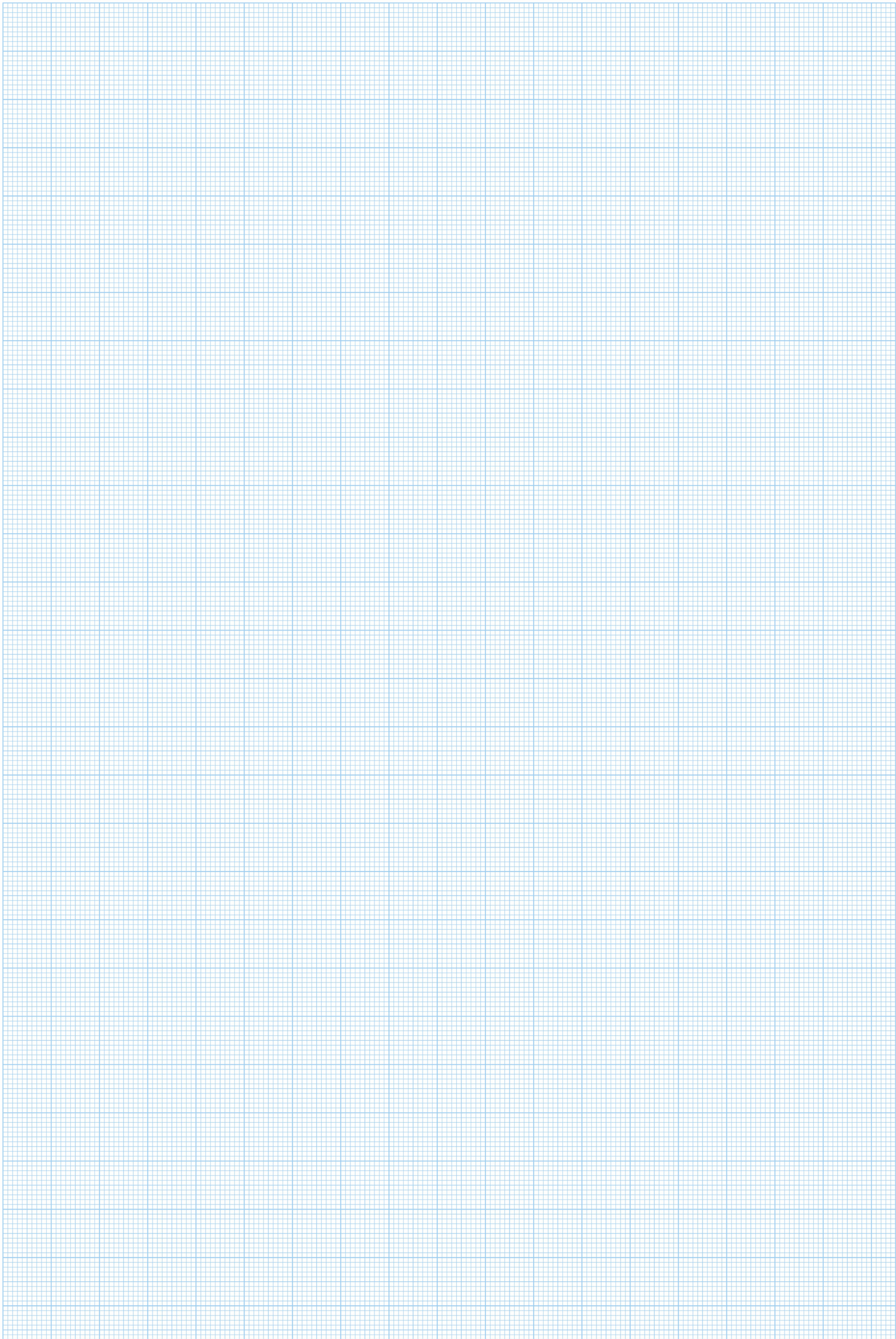
§ 2 Werkplan
Hierin staat:
- een lijst met de spullen die je hebt gebruikt;
- een tekening van de opstelling die je hebt gemaakt;
- een korte beschrijving van wat je hebt gedaan.

§ 3 Onderzoeksresultaten
Hierin vermeld je wat je hebt waargenomen of gemeten: in de vorm van tekst, tabellen, grafieken, foto's en dergelijke.

§ 4 Conclusie
Hierin staat het antwoord op de onderzoeksvraag.

Een verslag hoort er goed uit te zien. Het gaat niet alleen om de inhoud van je verslag. Je moet die inhoud ook duidelijk en overzichtelijk presenteren.





Register

Achter elk begrip staat de pagina waarop het begrip in de leertekst wordt uitgelegd en de pagina waarop het begrip in het Leerstofoverzicht staat.

Colofon

ONTWERP BINNENWERK
Pointer grafische vormgeving
Crius Group

ONTWERP OMSLAG
Studio Struis

UITVOERING BINNENWERK
Crius Group

AUTEURS
R. Cremers
P. van Hoeflaken
F. Kan
M. Kelder
L. Lenders
P. Oosterlaak
C. Schatorjé
T. Seynaeve
R. Tromp

EINDREDACTIE
S. Michon

TECHNISCH TEKENWERK
Erik Eshuis Infographics, Groningen, Edwin Verbaal/ Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem, Sittrop Grafisch Realisatiebureau, Rotterdam

BEELDRESEARCH
B en U International Picture Service, Amsterdam, Daliz Research, Den Haag

BEELDVERANTWOORDING
123RF/costasz: Pag. 47; 123RF/Vladimir Soldatov: Pag. 122/123; ANP Foto/Huisman Media: Pag. 16; ANP Foto/ Science Photo Library/NATIONAL PHYSICAL LABORATORY (c) CROWN COPYRIGHT: Pag. 52; ANP Foto/Science Photo Library/Scientifica/Visuals Unlimited: Pag. 93; ANP Foto/ Science Photo Library: Pag. 12; ANP/Brenton Edwards: Pag. 164 (o.); Bounce Pro / Sports Power: Pag. 11 (o.); Corbis/Getty/Vincon/Klein/plainpicture/RF: Pag. 100 (o.); Depositophoto, San Francisco: Pag. 177; Edwin Verbaal/ Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem: Pag. 84, 86 (l.o.), 86 (r.o.), 88, 89 (b.), 91 (b.), 91 (m.), 92 (r.), 92 (l.), 101, 102, 105 (b.), 106, 108, 115 (b.), 117, 13, 19 (b.), 20 (o.), 22 (b.), 23 (b.), 25, 26, 30, 38 (l.), 62 (o.), 72, 104, 124, 125 (o.), 127, 129 (b.), 130 (r.), 130 (l.), 131, 137, 138 (m.), 138 (b.), 139 (l.b.), 139 (r.b.), 139 (o.); Erik Eshuis Infographics, Groningen: Pag. 140, 141 (o.), 142 (o.), 143 (m.), 143 (o.), 145, 146 (b.), 148, 152, 153, 155, 156, 159, 169; Eurofysica: Pag. 183 (r.o.); Getty Images: Pag. 74, 115 (o.); Hollandse Hoogte/EyeEm Mobile GmbH: Pag. 34/35; Hollandse Hoogte: Pag. 36, 76 (l.o.), 76 (r.o.), 174; Image Bank Collection Getty Images RF: Pag. 98; Jacob breimer, Zeeland NB: Pag. 43 (o.), 46, 49 (b.), 54 (o.), 135 (l.b.), 135 (r.b.), 135 (m.), 136 (o.), 172; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: Pag. 15, 50, 99, 100 (b.), 128 (l.b.), 128 (r.b.), 128 (o.), 133 (o.); Nationale Beeldbank/Henriette Veld: Pag. 21 (l.); Nuon Solar Team, Delft/Jorrit Lousberg: Pag. 164 (b.), 165, 166;Panos Pictures/Hollandse Hoogte/ Sven Torfinn: Pag. 150 (b.); Philips, Eindhoven: Pag. 144; Pim Rusch Fotografie, Leiden: Pag. 141 (b.), 180, 181, 182, 183 (l.o.); Pim Rush Fotografie/Erik Eshuis: Pag. 183; SCIENCE PHOTO LIBRARY/ANP/KENNETH LIBBRECHT: Pag. 83 (l.b.), 83

(m.b.), 83 (r.b.); Shutterstock (foto 1 en 2)/Verbaal Visuele Communicatie, Arnhem (illustratie 3): Pag. 94; Shutterstock/Africa Studio: Pag. 45; Shutterstock/Aleksandr Trubitsyn: Pag. 85 (b.); Shutterstock/Alexander Hoffmann: Pag. 91 (r.o.); Shutterstock/ALPA PROD: Pag. 133 (b.); Shutterstock/Anton Zh: Pag. 20 (r.b.); Shutterstock/Anton Zh: Pag. 89 (r.o.); Shutterstock/ArtOfPhotos: Pag. 83 (o.); Shutterstock/Bjoern Wylezich: Pag. 17; Shutterstock/Buquet Christophe: Pag. 60; Shutterstock/ChiccoDodiFC: Pag. 146 (o.); Shutterstock/CL-Medien: Pag. 11 (l.b.); Shutterstock/Dan Dragos: Pag. 91 (l.o.); Shutterstock/Daniel Ouellette: Pag. 11 (r.b.); Shutterstock/Dario Sabljak: Pag. 126 (m.); Shutterstock/dlbinniephotography: Pag. 8 (l.); Shutterstock/Everett Collection: Pag. 9 (b.); Shutterstock/Food Impressions: Pag. 14; Shutterstock/FrankDeBonis: Pag. 95; Shutterstock/Hurst Photo: Pag. 57; Shutterstock/Jurie Maree: Pag. 96; Shutterstock/Keith Goldstein: Pag. 116; Shutterstock/kuzmaphoto: Pag. 80/81; Shutterstock/Lynda M: Pag. 44 (b.); Shutterstock/makuromi: Pag. 20 (l.b.); Shutterstock/makuromi: Pag. 89 (l.o.); Shutterstock/Marc Bruxelle: Pag. 10 (l.); Shutterstock/matej_z: Pag. 132 (l.); Shutterstock/naramit: Pag. 8 (r.); Shutterstock/nelik: Pag. 126 (o.); Shutterstock/Nenad Nedomacki: Pag. 40; Shutterstock/Oleksiy Mark: Pag. 147; Shutterstock/Olesia_O: Pag. 91 (m.o.); Shutterstock/OSORIOartist: Pag. 90; Shutterstock/Petrychenko Anton: Pag. 10 (r.); Shutterstock/Pisitwasu: Pag. 21 (r.); Shutterstock/Rawpixel.com: Pag. 6/7; Shutterstock/riopatuca: Pag. 86 (m.); Shutterstock/Robert Gebbie Pho: Pag. 87; Shutterstock/Robsonphoto: Pag. 82; Shutterstock/SciFiMan: Pag. 24; Shutterstock/Sergei Leto: Pag. 86 (b.); Shutterstock/sirtravelalot: Pag. 135 (o.); Shutterstock/Slavun: Pag. 8 (m.); Shutterstock/Stacey Ann Alberts: Pag. 85 (o.); Shutterstock/Tushchakorn: Pag. 9 (o.); Shutterstock/URAIWONS: Pag. 37; Shutterstock/Wojtek Chmielewski: Pag. 114; Shutterstock: Pag. 184 (b.); Sittrop Grafisch Realisatiebureau, Rotterdam: Pag. 49 (o.); Studio Beerens bv: Pag. 43 (l.b.), 43 (r.b.); Technopolis: Pag. 64

OMSLAG

RooM the Agency/Alamy Stock Photo/Imageselect

ISBN 978 94 020 6891 7

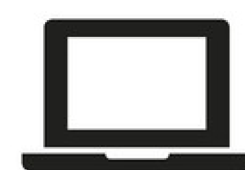
Release 2021, eerste oplage

MALMBERG

MAX


Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.


Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.


Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

AUTEURS

R. Cremers
P. van Hoeflaken
F. Kan
M. Kelder
L. Lenders
P. Oosterlaak
C. Schatorjé
T. Seynaeve
R. Tromp

EINDREDACTIE

S. Michon

ISBN 978 94 020 6891 7



596151

MALMBERG